PUBLISHED BY
UNIVERSITY OF NEW MEXICO, NEUTROSOPHIC SCIENCE INTERNATIONAL ASSOCIATION AND LATIN AMERICAN ASSOCIATION OF NEUTROSOPHIC SCIENCES .

VOL. 11
2020

ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE CIENCIAS NEUTROSÓFICAS

NEUTROSOPHIC COMPUTING AND MACHINE LEARNING

ISSN 2574-1101 (ONLINE)
ISSN 2574-1098 (PRINT)

Información para Autores y Suscriptores

"Neutrosophic Computing and Machine Learning" (NCML) es una revista académica que ha sido creada para publicaciones de estudios avanzados en neutrosofía, conjunto neutrosófico, lógica neutrosófica, probabilidad neutrosófica, estadística neutrosófica, enfoques neutrosóficos para el aprendizaje automático, etc. y sus aplicaciones en cualquier campo.

Todos los trabajos presentados deben ser profesionales, con un buen uso del idioma inglés o español, que contengan una breve reseña de un problema y los resultados obtenidos.

La neutrosofía es una nueva rama de la filosofía la cual estudia el origen, naturaleza y alcance de las neutralidades, así como sus interacciones con diferentes espectros ideacionales. La teoría considera que cualquier noción o idea <A> junto a su opuesto o negación <antiA> y el espectro de neutralidades <neutA> entre ellos (es decir nociones o idea que no soportan a ni a <A> ni a <antiA)). Las ideas <neuA> y <antiA> juntas son nombradas <noA>.

La neutrosofía es una generalización de la dialéctica de Hegel (Esta última es basada en <A> y <AntiA> solamente).

De acuerdo a esta teoría toda idea <A> tiende a ser neutralizada y balanceada por <antiA> y <noA>- como un estado de equilibrio.

En su forma clásica <A>, <neutA>, <antiA> son disjuntos dos por dos. Pero como en varios casos los límites entre conceptos son vagas a imprecisas, es posible que <A>, <neutA>, <antiA> (y <nonA> por supuesto) tengan partes comunes dos por dos también, o incluso los tres a la vez.

Los conjuntos neutrosóficos y la lógica neutrosófica son generalizaciones de los conjuntos difusos de la lógica difusa respectivamente (y especialmente de los conjuntos intuicionista y respectivamente de la lógica difusa intuicionista). En la lógica neutrosófica cada proposición tiene un grado de veracidad (T), un grado de indeterminación (I) y un grado de falsedad (F) donde T, I, F son subconjuntos estándar o no estándar de] -0, 1+ [,

La Probabilidad Neutrosófica es una generalización de las probabilidades clásicas e imprecisas.

La estadística neutrosófica es una generalización de la estadísticas clásicas e imprecisas.

Lo que distingue a la neutrosofía de otros campos es el <neutA>, que no significa ni <A> ni <antiA>.

<neutA>, el cual por supuesto depende de <A>, puede ser indeterminación, neutralidad, empate en un juego, desconocimiento, contradicción, ignorancia e imprecisión.

Todos los envíos deben realizarse con el siguiente formato: [http://fs.unm.edu/NCML/NCML-paper- template.doc](http://fs.unm.edu/NCML/NCML-paper-template.doc)
http://fs.unm.edu/ScinceLibrary.htm

Para poner a consideración un trabajo, envíe el archivo por correo electrónico a los editores en jefe. Para solicitar problemas impresos, póngase en con- tacto con los editores. Esta revista es de acceso abierto, no comercial, edición académica. Es impreso para donaciones privadas.

Más información sobre la neutrosofía, así como un conjunto de libros y materiales en distintos idiomas se encuentran libremente disponibles en el sitio de la UNM: http://fs.unm.edu/neutrosophy.htm

La página principal de esta revista puede ser ac- cedida en: http://fs.unm.edu/NCML/

Neutrosophic Computing and Machine Learning, Vol. 11, 2020

Neutrosophic Computing and Machine Learning

A Quarterly International Journal in Information Science and Engineering

Neutrosophic Computing and Machine Learning, Vol. 11, 2020

NCML
Neutrosophic Computing and Machine Learning

Content

Neutrosophic Computing and Machine Learning , Vol. 11, 2020
University of New Mexico

Método Neutrosófico para la toma de decisiones sobre procedimiento de licitación para la adquisición de bienes y servicios en la contratación pública

Noel Batista Hernández[1], Johanna Alexia Fierro Vega [2], Nancy Elizabeth Uhsca Cuzco [3] , Marcia Mariela Fabre Merchán[4]

[1] Docente, Facultad de Jurisprudencia de la Universidad de Guayaquil, Ecuador. E-mail: noel.batistah@ug.edu.ec

[2] Docente, Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ecuador. E-mail: ub.johanafierro@uniandes.edu.ec

[3] Docente, Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador. E-mail: Nancyu@utb.edu.ec

[4] Especialista de talento Humano, Facultad de Jurisprudencia de la Universidad de Guayaquil, Ecuador. E-mail: marcia.fabrem@ug.edu.ec

Resumen: La legislación en materia de contratación pública en el Ecuador ha sufrido un cambio profundo con la expedición de la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública y el uso de las herramientas generadas por las TIC. La licitación constituye un procedimiento de adjudicación contractual, previsto en este cuerpo jurídico. Sin embargo, la selección de proveedores para determinados bienes y servicios no normalizados representa un conflicto que es asumido por los decisores en los procesos de licitación. La presente investigación propone una solución a la problemática planteada a partir del desarrollo de un método de toma de decisiones sobre licitaciones de bienes y servicios no normalizados como parte del proceso de contratación pública. El método propuesto implementa números neutrosóficos para modelar la incertidumbre.

Palabras Claves: Licitación, contratación pública, método, números neutrosóficos, multicriterio.

1 introducción

De conformidad con lo dispuesto en el artículo 119 de la Constitución Política de la República del Ecuador, las entidades del sector público y los funcionarios públicos sólo están facultados a hacer aquello que la Ley les permite. Por esta razón en materia de contratación pública, es necesario que, en forma previa a iniciar cualquier proceso, se identifique claramente tanto el objeto de la contratación como el fundamento legal que lo sustente. De la misma forma, es muy importante identificar el origen de los recursos económicos que servirán para financiar la contratación; pues, dependiendo de quién financie la contratación se adoptarán determinados procedimientos.

En Ecuador, antes de la expedición de la Ley Orgánica de Sistema Nacional de Contratación Pública existía una amplia dispersión legislativa, la Contratación Pública se basaba, fundamentalmente, en la Ley de Contratación Pública y la Ley de consultoría. Adicional a estos cuerpos normativos, se sumaban los Reglamentos Internos de contratación, donde las entidades contratantes actuaban sin seguir un mismo patrón, ni requisitos, ni márgenes de preferencia, lo cual generaba que cada entidad contratante manejara los procesos de contratación de manera distinta a las demás, dificultando las labores de los organismos de control y la participación de los ciudadanos a través de las veedurías y otros mecanismos de evaluación social.

De igual manera, no existía un registro único de proveedores a nivel nacional, cada entidad contratante manejaba los procesos de calificación con la que creaban una base de datos de algunos proveedores, lo cual atentaba en la igualdad de oportunidad de participación en especial de las micros, pequeñas y medianas empresas. Esto provocaba que, para cada proceso de contratación, cada proveedor debía reunir y presentar nuevamente toda la documentación legal necesaria.

Finalmente, la participación de los organismos de control era previa a la contratación, a través de los correspondientes informes de la Procuraduría General del Estado y la Contraloría General del Estado. Fue en el año 2008 en que se expidió la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública.

A partir del análisis antes expuesto, se define como objetivo de la presente investigación el desarrollo de un método de toma de decisiones sobre licitaciones de bienes y servicios no normalizados como parte del proceso de contratación pública.

2 preliminares

La presente sección introduce las principales teorías utilizadas para desarrollo de la investigación. Inicia con los referentes legales que sustentan el Sistema Nacional de Contratación Pública en el Ecuador. Se introduce la Licitación como parte del sistema nacional de contratación. Finalmente, se describe la modelación de la incertidumbre con el empleo de números neutrosóficos para la toma de decisiones.

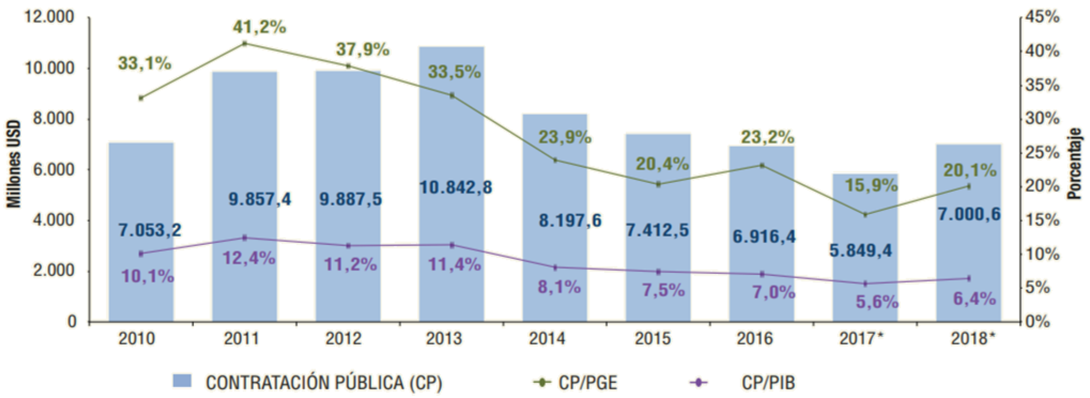
2.1 Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública del Ecuador

Los procedimientos de adjudicación contractual son variados existiendo una relación estrecha entre la cuantía del presupuesto referencial y el tipo de adjudicación reguladas por la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública, en este cuerpo jurídico la licitación opera de forma diferente en los contratos de obras públicas, donde tiene un papel protagónico, y en la adquisición de bienes y servicios, donde su comportamiento es supletorio.

2.2 Licitación

El proceso denominado licitación, tiene como sustentos los principios de libre concurrencia e igualdad, aunque inciden en este procedimiento de adjudicación contractual, la mayoría de los fijados en el artículo 4 de la ley orgánica del sistema nacional de contratación pública. La libre concurrencia garantiza la presencia de todas las personas que estén en condiciones de participar en igualdad de condiciones. Permitirá a la Administración Pública conocer en realidad cuál es el oferente que presenta la mejor propuesta y escoger al más idóneo, cumpliendo con el principio implícito en el ordenamiento jurídico administrativo de selección objetiva .
La figura 1 muestra la evolución anual y porcentaje de participación de la contratación pública en el Ecuador.

Figura 1: Evolución anual y porcentaje de participación de la contratación pública (Millones de dólares y % de representación)
Fuente: SERCOP - SOCE, Banco Central del Ecuador y Ministerio de Finanzas
Elaborado por: SERCOP - Dirección de Estudios de Contratación Pública



La gráfica visualiza el comportamiento en millones de dólares que han sido invertidos en la contratación pública. Sin embargo, ha tenido un decaimiento en el año 2017 con una leve alza para el 2018. Las Entidades Públicas deben tomar conciencia de lo que comprende la expresión o exigencia; más conveniente para los intereses nacionales e institucionales que no siempre tienen vinculación o deriva necesariamente del precio más bajo ofertado; sino de otros factores igual o quizás de mayor importancia en la prestación, como solvencia técnica, oportunidad, experiencia y mejores perspectivas.[1]

2.3 Toma de decisiones para la Licitación

Diversos son los escenarios en los que las personas tienen que tomar decisiones. Un proceso de toma de decisiones puede tornarse insuficiente cuando se analizan problemas de alta complejidad, sobre todo aquellos problemas en donde la solución puede afectar a muchas otras personas. Debido a lo anterior, se debe analizar mediante discusiones e intercambio de ideas y opiniones entre expertos, quiénes por su experiencia y conocimiento pueden ayudar a estructurar el problema y a evaluar las posibles soluciones. La figura 1 muestra un esquema general de un proceso de toma de decisiones.

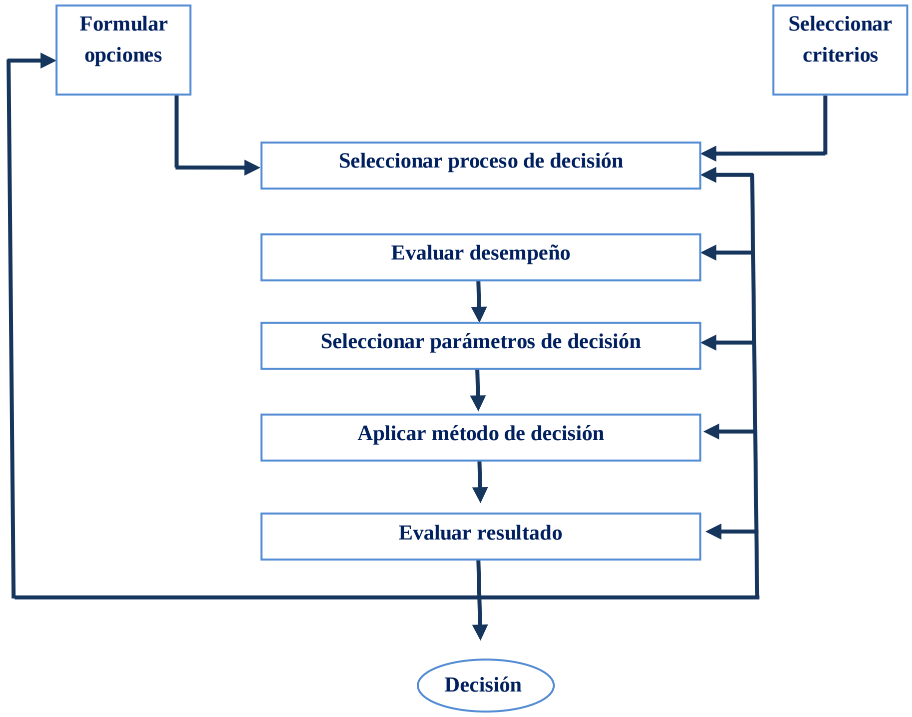


Figura 1: Esquema general de un proceso de toma de decisiones.

El proceso de decisión requiere de la comparación entre las alternativas sobre las que se puede optar frente a cierta disyuntiva presente. En primer lugar, se hace necesario separar un problema de decisión en los elementos que lo componen para la posterior comparación entre ellos, de esta manera la toma de decisión implica realizar mediciones que permitan aplicar los criterios de comparación para establecer preferencias entre ello.

3 método Neutrosófico para la toma de decisiones sobre la licitación servicios

La sección presenta la estructura del funcionamiento del método para la toma de decisiones sobre la licitación de servicios. El funcionamiento está guiado por un flujo de trabajo de tres actividades. El método basa su funcionamiento a partir de un entorno neutrosófico para modelar la incertidumbre.[1, 2]

Se sustenta sobre un esquema de análisis de decisión lingüística que puede abordar criterios de diferente naturaleza y proporcionar resultados en un ambiente neutrosófico. La figura 2 muestra las actividades fundamentales del método propuesto.

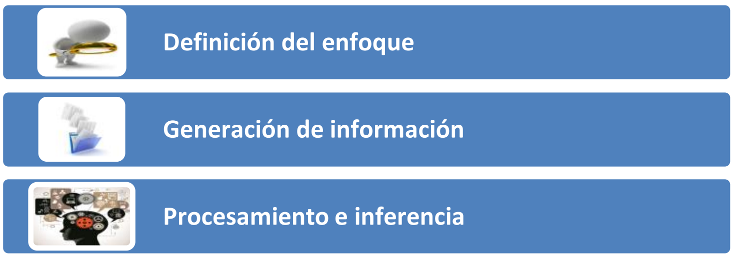


Figura 2: Representación del método.

El método está diseñado para soportar el flujo de trabajo y para determinar y apoyar la toma de decisiones

sobre la licitación de servicios. Consta de las siguientes actividades: definición del enfoque, generación de información y procesamiento e inferencia. A continuación, se describen las diferentes etapas del método:

1. Definición del enfoque

En esta etapa, el marco de evaluación se define para corregir la estructura sobre la toma de decisiones para la licitación de servicios. El marco se modela a partir de los siguientes elementos:

- Sea $E = \{e_1,, e_n\}, (n > 2)$ un conjunto de expertos.
- Sea $TI = \{ti_1,, ti_m\}, (m > 2)$ un conjunto de proveedores de servicios.
- Sea $C = \{c_1,, c_k\}, (k > 2)$ un conjunto de criterios que caracterizan los servicios.

Se utiliza un marco de información heterogéneo. Para cada experto se puede usar un dominio diferente numérico o lingüístico para evaluar cada criterio, atendiendo a su naturaleza en un entorno neutrosófico. A partir de la modelación de los elementos que definen el enfoque se realiza la generación de las informaciones.

2. Generación de información

Mediante la definición del marco de trabajo se obtiene el conocimiento del conjunto de expertos. Por cada experto se suministra sus preferencias mediante el uso de vectores de utilidad. El vector de utilidad se expresa mediante la ecuación 1:

$$P_j^i = \left\{p_{j1_1}^i,, p_{jh}^i\right\} \quad (1)$$

Donde:

$\mathrm{P_j^i}$ representa la preferencia otorgada al criterio c_k sobre los proveedores de servicios r_j expresado por el experto e_i .

En la etapa se obtiene las informaciones que son de necesarias para el procesamiento de las inferencias, a partir del conjunto de datos obtenidos mediante la consulta a los expertos, se realiza el procesamiento y la interpretación de las informaciones en función de obtener las recomendaciones sobre las tomas de decisiones en el proceso de licitación de servicios.[4]

3. Procesamiento e inferencia

La etapa de procesamiento e inferencia es la encargada de, a partir del marco de trabajo establecido con el conjunto de datos obtenidos, realizar la evaluación lingüística colectiva que sea interpretable para la toma de decisiones sobre la licitación de servicios. Para ello la información es unificada y agregada.[5, 6]

A partir del procesamiento se realiza un proceso de ordenamiento de alternativas que son priorizados para tratar con información heterogénea y dar resultados lingüísticos.[7, 8]

A 2TLNNS se define como:

A partir de $S = \left\{s_0,, s_g\right\}$ que representa una 2TLSs con cardinalidad impar t + 1.

Se define para $(S_t, a), (S_i, b), (S_f, c) \in L$ y a,b,c ∈ [0, t], donde $(S_t, a), (S_i, b), (S_f, c) \in L$ expresan independientemente del grado de verdad, grado de indeterminación y el grado de falsedad por 2TLSs.

Por lo tanto: 2TLNNSs se define:

$$l_j = \left\{(S_t, a), (S_i, b), (S_f, c)\right\} \quad (2)$$

Donde:

$$0 \leq \Delta^{-1}(St_j, a) \leq t, 0 \leq \Delta^{-1}(Si_j, b) \leq t, 0 \leq \Delta^{-1}(Sf_j, c) \leq t$$

$$0 \leq \Delta^{-1}(St_j, a) + \ 0 \leq \Delta^{-1}(Si_j, b) + 0 \leq \Delta^{-1}(Sf_j, c) \leq 3t$$

Mediante la función de puntuación y precisión se clasifica 2TLNN [29].

Sea

$l_1 = \{(St_1, a), (Si_1, b), (Sf_1, c)\}$ a

2TLNN en L la función de puntuación y precisión en l_1 se define como:

$$S(l1)=\Delta\left\{\frac{2t+\Delta^{-1}(St_1,a)-\Delta^{-1}(Si_1,a)-\Delta^{-1}(Sf_1,a)}{3}\right\},\Delta^{-1}(s(l_1))\in[0,t] \quad (3)$$

$$H(l1)=\Delta\left\{\frac{t+\Delta^{-1}(St_1,a)-\Delta^{-1}(Sf_1,a)}{2}\right\},\Delta^{-1}(h(l_1))\in[0,t] \quad (4)$$

Unificación de la información:

La información se unifica en un dominio lingüístico específico[9, 10] (S_T). La información numérica se transforma al dominio lingüístico (S_T) siguiendo estos pasos:

a) Seleccionar un dominio lingüístico específico, denominado conjunto de términos lingüísticos básicos (S_T) .

b) Transformación de valores numéricos en [0, 1] al $F(S_T)$.

c) Transformación de conjuntos difusos S_T sobre el en 2-tupla lingüística.

Agregación de la información:

La agregación permite la unificación de las informaciones para lo cual se desarrolla mediante dos pasos con el objetivo de calcular una evaluación global de los proveedores de servicios

El operador de agregación unifica las diferentes ponderaciones expresadas por cada experto, teniendo en cuenta su conocimiento y su importancia en el proceso toma de decisiones sobre la licitación de servicios.

Valoración del equipo

El paso final en el proceso de priorización es establecer una clasificación entre los proveedores de servicios que realizan la licitación, esta clasificación permite catalogar los proveedores con más valor y posponer o rechazar proveedores de servicios que no satisfagan las necesidades haciendo más efectivo el proceso.

El proveedor de servicio más significativo es aquella que tiene la evaluación colectiva máxima $Max\,\{(r_l,a_j),=1,2,,n\}$. Los requisitos se priorizan según este valor en orden decreciente.

4 implementación del método Neutrosófico para la toma de decisiones sobre la licitación servicios

La presente sección, describe el funcionamiento del método propuesto para lo cual se realizó un estudio de caso aplicado a una organización de servicios para el mantenimiento eléctrico de instalaciones. El objetivo consistió en determinar la toma de decisiones sobre proveedores de servicios que realizan la licitación. El ejemplo ilustra la aplicabilidad del método.

Desarrollo de la actividad 1: Marco de evaluación

Para el presente estudio de caso, se identificó un marco de trabajo compuesto por:

$\mathrm{E}=\{\mathrm{e}_1,,\mathrm{e}_4\}$, que representan los 3 expertos que intervinieron en el proceso.

Los cuales realizan la evaluación:

$\mathrm{Ps}=\{\mathrm{Ps}_1,,\mathrm{Ps}_3\}$, de 3 Proveedores de servicios

A partir de la valoración de los

$\mathrm{C}=\{\mathrm{c}_1,,\mathrm{c}_5\}$ los cuales conforman los 5 criterios valorativos.

La tabla 1 muestra los criterios utilizados.

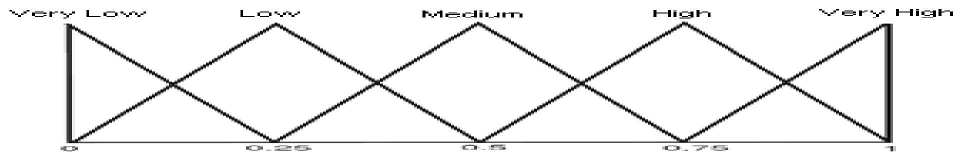
Tabla 1: Criterios utilizados para la selección de proveedores para el mantenimiento eléctrico de instalaciones.

No	Criterio	Descripción
1	Certificaciones	La organización posee certificaciones internacionales para realizar la actividad
2	Tiempo de establecimiento	Tiempo que lleva la organización establecida en el mercado nacional
3	Tiempo de atención	Que el proveedor logre resolver las problemáticas en un tiempo no mayor de 2 horas

4	Cumplimiento de los estándares	Que las acciones previstas se realicen según las normativas previstas por la organización nacional de estandarización
5	Reconocimiento	Visibilidad de la organización en el marcado nacional
6	Solvencia	Posibilidad de la organización de garantizar la resolución de los problemas con recursos propios del proveedor.

Cada experto podría dar la información de forma numérica o lingüística atendiendo a la naturaleza de los criterios. Se elige un dominio lingüístico común para verbalizar los resultados que se expresan en la Figura 3.

Figura 3. Dominio de Selección S_T.



Para los valores numéricos, se utilizará la escala lingüística siguiente con números neutrosóficos de valor único propuestas en la Tabla 2.

Tabla 2: Términos lingüísticos empleados.

Término lingüístico	Números SVN
Extremadamente buena (EB)	(1,0,0)
Muy muy buena (MMB)	(0.9, 0.1, 0.1)
Muy buena (MB)	(0.8,0,15,0.20)
Buena (B)	(0.70,0.25,0.30)
Medianamente buena (MDB)	(0.60,0.35,0.40)
Media (M)	(0.50,0.50,0.50)
Medianamente mala (MDM)	(0.40,0.65,0.60)
Mala (MA)	(0.30,0.75,0.70)
Muy mala (MM)	(0.20,0.85,0.80)
Muy muy mala (MMM)	(0.10,0.90,0.90)
Extremadamente mala (EM)	(0,1,1)

Desarrollo de la actividad 2: Generación de información

A partir de la información obtenida sobre los proveedores de servicios, son almacenadas para su posterior procesamiento. El marco de evaluación es presentado en la Tabla 3. Los criterios de evaluación se realizan en la escala S_T.

Tabla 3: Presentación de los resultados

	e_1			e_2			e_3		
c_1	(0.6, 0.2, 0.2)	(0.7, 0.3, 0.1)	(0.9, 0.2, 0.1)	(0.3, 0.3, 0.2)	(0.5, 0.4, 0.1)	(0.8, 0.1, 0.2)	(0.6, 0.3, 0.2)	(0.6, 0.2, 0.2)	(0.5, 0.3, 0.3)
c_2	(0.6, 0.2, 0.2)	(0.9, 0.1, 0.2)	(0.6, 0.3, 0.2)	(0.9, 0.1, 0.2)	(0.5, 0.3, 0.3)	(0.9, 0.1, 0.2)	(0.9, 0.1, 0.2)	(0.7, 0.3, 0.1)	(0.9, 0.2, 0.1)
c_3	(0.6, 0.3, 0.2)	(0.5, 0.4, 0.1)	(0.9, 0.1, 0.2)	(0.8, 0.1, 0.2)	(0.7, 0.3, 0.1)	(0.3, 0.3, 0.2)	(0.6, 0.2, 0.2)	(0.8, 0.1, 0.3)	(0.5, 0.1, 0.4)
c_4	(0.9, 0.2, 0.1)	(0.8, 0.1, 0.3)	(0.6, 0.3, 0.2)	(0.5, 0.3, 0.3)	(0.6, 0.2, 0.2)	(0.5, 0.2, 0.4)	(0.9, 0.1, 0.2)	(0.7, 0.3, 0.1)	(0.8, 0.1, 0.2)
c_5	(0.6, 0.2, 0.2)	(0.7, 0.3, 0.1)	(0.9, 0.2, 0.1)	(0.3, 0.3, 0.2)	(0.5, 0.4, 0.1)	(0.8, 0.1, 0.2)	(0.6, 0.3, 0.2)	(0.6, 0.2, 0.2)	(0.5, 0.3, 0.3)
c_6	(0.9, 0.1, 0.2)	(0.6, 0.2, 0.2)	(0.6, 0.2, 0.2)	(0.5, 0.1, 0.4)	(0.8, 0.1, 0.3)	(0.5, 0.3, 0.3)	(0.9, 0.2, 0.1)	(0.5, 0.4, 0.1)	(0.3, 0.3, 0.2)

La información se transforma para unificar la información heterogénea. Los juegos difusos posteriores sobre S_T se transforman en 2-tuplas lingüísticas.

A partir del proceso de agregación se calculó una evaluación de los proveedores de servicios. Para el proceso de agregación se utilizó el promedio de ponderación de los números neutrosóficos lingüísticos de 2 tuplas. 2-TLNNWA a partir de los datos referidos por para cada experto [19]. En este caso los vectores de ponderación W=(0.9,0.2,0.2).

Tabla 4: Procesamiento del resultado de los datos.

	e_1			e_2			e_3		
c_1	(0.7, 0.1, 0.2)	(0.6, 0.2, 0.2)	(0.5, 0.2, 0.2)	(0.5, 0.1, 0.4)	(0.8, 0.1, 0.3)	(0.5, 0.3, 0.3)	(0.9, 0.2, 0.1)	(0.5, 0.4, 0.1)	(0.3, 0.3, 0.2)
c_2	(0.6, 0.2, 0.1)	(0.7, 0.2, 0.2)	(0.6, 0.2, 0.2)	(0.7, 0.1, 0.2)	(0.6, 0.2, 0.2)	(0.5, 0.2, 0.2)	(0.9, 0.2, 0.1)	(0.5, 0.4, 0.1)	(0.3, 0.3, 0.2)
c_3	(0.9, 0.1, 0.2)	(0.6, 0.2, 0.2)	(0.6, 0.2, 0.2)	(0.5, 0.1, 0.4)	(0.8, 0.1, 0.3)	(0.5, 0.3, 0.3)	(0.7, 0.1, 0.2)	(0.6, 0.2, 0.2)	(0.5, 0.2, 0.2)
c_4	(0.9, 0.25, 0.4)	(0.6, 0.2, 0.2)	(0.6, 0.2, 0.2)	(0.6, 0.2, 0.1)	(0.7, 0.2, 0.2)	(0.6, 0.2, 0.2)	(0.9, 0.2, 0.1)	(0.5, 0.4, 0.1)	(0.3, 0.3, 0.2)
c_5	(0.7, 0.1, 0.2)	(0.6, 0.2, 0.2)	(0.5, 0.2, 0.2)	(0.5, 0.1, 0.4)	(0.8, 0.1, 0.3)	(0.6, 0.2, 0.1)	(0.7, 0.2, 0.2)	(0.6, 0.2, 0.2)	(0.3, 0.3, 0.2)
c_6	(0.9, 0.1, 0.2)	(0.7, 0.1, 0.2)	(0.6, 0.2, 0.2)	(0.5, 0.2, 0.2)	(0.8, 0.1, 0.3)	(0.5, 0.3, 0.3)	(0.9, 0.2, 0.1)	(0.5, 0.4, 0.1)	(0.3, 0.3, 0.2)

Para calcular la evaluación colectiva, el operador 2-TLNNWA se utiliza el vector de ponderación V=[0.9,0.25,0.4] de la tabla 3.

Tabla 5: Evaluación colectiva para proveedor.

<(0.9, 0.1, 0.2)>	Ps3
< (0.9, 0.25, 0.4) >	Ps4
<(0.8, 0.1, 0.3)>	Ps5

Finalmente, se ordenan todas las evaluaciones colectivas y se establece una clasificación entre los proveedores de servicios con el propósito de identificar las mejores alternativas de puntuación calculadas.

Tabla 6: Resultados de la función de puntuación.

< (0.9, 0.25, 0.4) >	Ps4
<(0.9, 0.1, 0.2)>	Ps3
<(0.8, 0.1, 0.3)>	Ps5

En el estudio de caso, la clasificación de los proveedores de servicios quedó recomendada como sigue: $Ps_4 < Ps_3 < Ps_5$

Conclusiones

A partir del desarrollo de la investigación propuesta, se obtuvo un sistema para el apoyo a la toma de decisiones en el procedimiento de adjudicación contractual de licitación en la adquisición de bienes y servicios no normalizados. La implementación del sistema propuesto, basó su funcionamiento en métodos neutrosóficos para modelar la incertidumbre.

A partir de la aplicación del sistema propuesto en el caso de estudio fue posible demostrar la aplicabilidad de la metodología de apoyo a la toma de decisiones para la licitación de bienes y servicios no normalizados.

Aunque el caso de estudio propuesto, presenta una aplicación práctica favorable, se recomienda la implementación de otros motores de inferencia en el proceso de toma de decisiones para comparar los resultados obtenidos.

Referencias

[1] J. San Miguel-Giralt, “Contratación pública y colusión. Derecho de competencia frente al derecho administrativo,” *Vniversitas*, no. 135, pp. 377-419, 2017.

[2] J. E. Ricardo, N. B. Hernández, G. R. Zumba, M. C. V. Márquez, and B. W. O. Ballas, “EL ASSESSMENT CENTER PARA LA EVALUACIÓN DE LAS COMPETENCIAS ADQUIRIDAS POR LOS ESTUDIANTES DE NIVEL SUPERIOR,” *Investigación Operacional,* vol. 40, no. 5, pp. 638-643, 2019.

[3] N. B. Hernández, N. V. Izquierdo, M. Leyva-Vázquez, and F. Smarandache, “Validation of the pedagogical strategy for the formation of the competence entrepreneurshipin high education through the use of neutrosophic logic and Iadov technique,” *Neutrosophic Sets & Systems,* vol. 23, 2018.

[4] N. B. Hernandez, M. B. Ruilova Cueva, and B. N. Mazacón, “Prospective analysis of public management scenarios modeled by the Fuzzy Delphi method,” *Neutrosophic Sets and Systems,* vol. 26, no. 1, pp. 17, 2019.

[5] M. Leyva-Vázquez, F. Smarandache, and J. E. Ricardo, “Artificial intelligence: challenges, perspectives and neutrosophy role.(Master Conference),” *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valore,* vol. 6, no. Special, 2018.

[6] N. B. Hernandez, and J. E. Ricardo, *Gestión empresarial y posmodernidad*: Infinite Study, 2018.

[7] J. Estupiñan Ricardo, M. E. Llumiguano Poma, A. M. Argüello Pazmiño, A. D. Albán Navarro, L. Martín Estévez, and N. Batista Hernandez, “Neutrosophic model to determine the degree of comprehension of higher education students in Ecuador,” *Neutrosophic Sets & Systems,* vol. 26, 2019.

[8] K. P. Teruel, M. Y. L. Vázquez, I. K. F. Cedeño, S. V. Jimenez, and I. D. M. Sanchidrian, "Modelo matemático y procedimiento para evaluación por complejidad de los requisitos software."

[9] M. Leyva-Vázquez, K. Pérez-Teruel, A. Febles-Estrada, and J. Gulín-González, “Modelo para el análisis de escenarios basado en mapas cognitivos difusos: estudio de caso en software biomédico,” *Ingeniería y Universidad,* vol. 17, no. 2, pp. 373-390, 2013.

[10] I. I. Orozco Fernández, and J. Estupiñán Ricardo, “Atención a la diversidad como premisa de la formación del profesional en comunicación social,” *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores,* vol. 6, no. 1, 2018.

Received: octubre 22, 2019. Accepted: diciembre 23, 2019

NCML
Neutrosophic Computingand Machine Learning , Vol. 11, 2020
University of New Mexico

Análisis estadístico neutrosófico de la incidencia del voto facultativo de los jóvenes entre 16 y 18 años en el proceso electoral del Ecuador

Alexandra Dolores Molina Manzo[1], Rosa Leonor Maldonado Manzano[2], Blanca Esmeralda Brito Herrera[3] , Johanna Irene Escobar Jara[4]

[1] Docente, Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Sede Babahoyo, Ecuador. E-mail: ub.alexandramolina@uniandes.edu.ec
[2] Docente, Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Sede Babahoyo, Ecuador. E-mail: ub.rosamaldonado@uniandes.edu.ec
[3] Docente, Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Sede Babahoyo, Ecuador. E-mail: ub.blancabrito@uniandes.edu.ec
[4]Secretaria Ejecutiva, Asociación Latinoamericana de Ciencias Neutrosóficas, Ecuador. E-mail: j_escobar.84@outlook.com

Resumen: La participación de jóvenes en los procesos electorales del país tiene gran impacto en la vida política ecuatoriana. Analizar la incidencia del voto facultativo y la responsabilidad que implica el uso del derecho en la democracia electoral, constituye una tarea importante para garantizar los derechos ciudadanos. Estos elementos pueden ser analizados en la literatura científica mediante estudios estadísticos. La presente investigación tiene como objetivo realizar un análisis de la incidencia del voto facultativo de los jóvenes entre 16 y 18 años en el proceso electoral del Ecuador. Para modelar la incertidumbre en el análisis propuesto se utilizan números neutrosóficos.

Palabras Claves: Análisis estadístico, voto facultativo, elecciones del Ecuador, números neutrosóficos.

1 Introducción

La participación de los jóvenes ecuatorianos en los procesos electorales ha tenido una evolución significativa en la participación activa en las elecciones después de la constitución del 2008 conocida como Montecristi. El nuevo marco legal situó en las manos de los jóvenes una gran herramienta de participación política lo que al principio se consideraría como una novelería para los jóvenes[1], [2].

El aumento de los Derechos políticos influye en la participación de los jóvenes de 16 años. Estos obtienen la información necesaria a través de mecanismos empleados por el Consejo Nacional Electoral (CNE) desde las instituciones educativas donde se concentran la mayoría de los jóvenes facultados por la Constitución ecuatoriana a ejercer el voto. Este es un derecho facultativo, es decir, en ellos está decidir o no su participación[3],[4].

Conocer la importancia de este ejercicio, a partir del análisis sobre la incidencia que tiene el voto facultativo de los jóvenes y la responsabilidad que implica el uso de su derecho en la democracia electoral, constituye una tarea importante para garantizar las necesidades de este sector en la sociedad.

Esta investigación tomó como referencia la realizada por el Consejo Nacional Electoral en el año 2014, sobre los electores jóvenes menores de dieciocho años, que sumaban 577.130, entre hombres y mujeres a nivel nacional. En esta y otras investigaciones se señaló la prevalencia del desconocimiento de los encuestados referente a la edad para acceder al derecho al sufragio[5], [6];

2 Preliminares

La presente sección de la investigación introduce los elementos fundamentales que sustentan el desarrollo de la propuesta planteada. Se introduce el voto facultativo en el Ecuador como elemento legal que establece las bases para el análisis propuesto. Posteriormente es presentada la estadística neutrosófica como forma de modelar la incertidumbre para el voto facultativo.

2.1 Voto facultativo en el Ecuador

El voto facultativo en el Ecuador es el resultado de varias propuestas de los diferentes sectores de la sociedad, que se hicieron presentes en la redacción de la Constitución en Montecristi [7], [8]. Las propuestas del voto facultativo fueron desarrolladas y debatidas en la mesa No. 1, encargada de los “Derechos Fundamentales y Garantías Constitucionales”, en donde el derecho de sufragio evolucionó hacia una universalización, con una marcada ampliación de los electores y su integración en las decisiones de interés general como factor importante para

mejorar la vida sustancial de la democracia del Estado[9], [10].

El derecho de sufragio es facultativo para los adolescentes, desde los dieciséis años de edad y hasta antes de cumplir dieciocho años[11], [12]. Sobre este punto la inclusión de los adolescentes en el sufragio activo, es el reconocimiento pleno de la ciudadanía, garantías y derechos que el Estado acogido desde la Constitución del año 1998, posteriormente en el año 2003 se elaboró el Código de la Niñez y Adolescencia mediante el cual se desarrolló los derechos de participación de los niños, niñas y adolescentes. En el año 2008 los adolescentes pasaron a formar parte del derecho de sufragio activo y gozan de los derechos políticos contemplados en la Constitución y las leyes[13], [14].

2.2 Estadística neutrosófica para el voto facultativo

Con el propósito facilitar la aplicación práctica a problemas de la toma de decisiones y de la ingeniería se realizó la propuesta de los conjuntos neutrosóficos de valor único (SVNS por sus siglas en inglés)[15],[16], [17], [9] los cuales permiten el empleo de variables lingüísticas lo que aumenta la interpretabilidaden los modelos de recomendación y el empleo de la indeterminación[18],[19], [20].

Los conjuntos Neutrosóficos son una generalización de un conjunto borroso (espacialmente de un conjunto intuicionístico borroso). Deja ser U, un universo de discurso, y M un conjunto incluido en U. Un elemento x de U es notado en respeto del conjunto M como x(T, I, F)y pertenece a M en el modo siguiente: Es t% verdad en el conjunto, i% indeterminante (desconocido si sea) en el conjunto, y f% falso, donde t varia en T, i varia en I, f varia en F[6], [9], [21].

Estadísticamente T, I, F son subconjuntos, pero dinámicamente T, I, F son funciones u operaciones dependientes de muchos parámetros desconocidos o conocidos[16], [22].

Sea X un universo de discurso.Un SVNSA sobre X es un objeto de la forma.

$$A = \{\langle x, u_A(x), r_A(x), v_A(x)\rangle : x \in X\}d \tag{1}$$

donde$u_A(x): X \rightarrow [0,1]$, $r_A(x), : X \rightarrow [0,1]$ y $v_A(x): X \rightarrow [0,1]$ con $0 \leq u_A(x) + r_A(x) + v_A(x) :\leq 3$ para todo $x \in X$. El intervalo $u_A(x), r_A(x)$ y $v_A(x)$denotan las membrecías averdadero, indeterminado y falso de x en A, respectivamente.Por cuestiones de conveniencia un número SVN será expresado como $A = (a, b, c)$, donde a, b, $c \in [0,1]$, y + $b + c \leq 3$.

Para el trabajo con los números neutrosóficos se ha definido también la estadística neutrosófica. El intervalo de confianza representa un dominio de aplicación de la estadística neutrosófica aplicada[23], [24], [25]. El intervalo de confianza neutrosófica de muestra de la poblaciónse puede definir de la misma manera que el intervalo de confianza clásico de muestra grande para la proporción de población π[26], [27], [28]:

$$p \pm (Valor\ crítico\ Z)\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \tag{1}$$

para el caso cuando $\min\{np\} \geq 5$ y $\min\{n(1-p)\} \geq 5$,
Donde:
p: proporción de muestra, cantidad de individuos de la muestra que poseen la propiedad de interés dividida por el tamaño de la muestra;
n: tamaño de la muestra,
π: proporción poblacional $= \frac{\text{cantidad de individuos de la población que poseen la propiedad de interés}}{\text{total de individuos de interés,}}$

Con la distinción de las estadísticas clásicas de que en las estadísticas neutrosóficas los parámetros p y n pueden establecerse en lugar de números nítidos z, y el valor crítico también puede ser un conjunto (por ejemplo, puede ser el nivel de confianza[29], [30], [31].

La estadística de muestra neutrosófica p, para $\min\{n\}$suficientemente grande, tiene una distribución de muestreo neutrosófico, curva normal que se aproxima a la media de la población π y su desviación estándar.

$$\sqrt{\frac{\pi(1-n)}{n}} \tag{2}$$

3 Resultados y discusiones

Para el análisis estadístico se utilizaron los datos de la Comisión Nacional Electoral del período correspondiente entre 2009 y 2017. Se utilizó el estadígrafo SPSS para facilitar el cálculo y análisis de los datos.

La participación electoral de jóvenes entre 16 y 18 años en las elecciones presidenciales de los años 2009-2013 y 2017 se evidencia un incremento de participantes en las elecciones presidenciales para elegir al presidente de la República del Ecuador en el 2019, muchos pueden ser los factores que incidieron en los jóvenes, el lugar donde viven, nivel educativo, la no obligatoriedad.

La capacitación que desarrolla uno de los máximos organismo de las funciones del estado como lo es la función electoral que a través del Consejo Nacional Electoral organiza de acuerdo a la planificación conjuntamente con instituciones adscritas como el Instituto de la Democracia.

Las instituciones antes mencionadas llevaron a los planteles educativos la información necesaria para conocimiento de los jóvenes y la motivación de ejercer su derecho facultativo. Así como la importancia para elegir a quien representaría y gobernaría el estado ecuatoriano.

La captación de jóvenes por parte de las Organizaciones Políticas quienes consideran interesante esta población electoral desarrolla diferentes actividades e inclusive escuelas de formación política.

La no obligatoriedad del voto de los menores de 18 años no ha sido impedimento alguno para la expresión democrática así se indica que la participación del voto facultativo en el año 2017 fue del 71.70% de una población electoral facultativa de 676.401 votantes en relación al año 2009 donde el 64.80% corresponde de una población electoral facultativa de 453.882. La figura 1 muestra una gráfica con el comportamiento del período correspondiente entre 2009 y 2017.

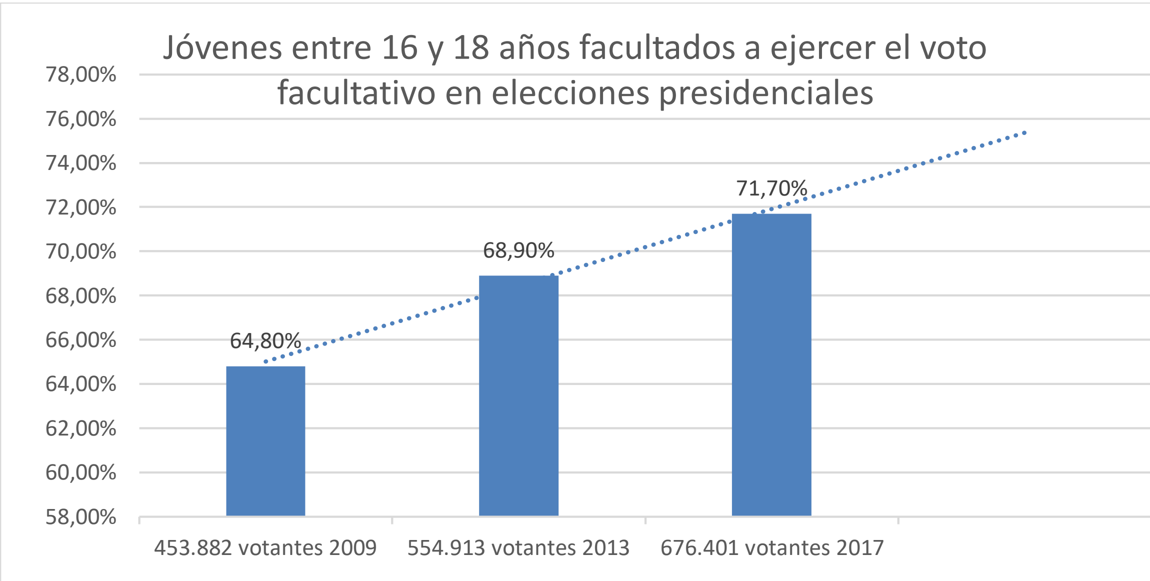


Figura 1: Esquema del comportamiento del voto facultativo entre 2009 y 2017.

La organización Iberoamericana de la Juventud (OIJ) establece que son jóvenes todas las personas que posean entre 15 y 29 años[32]. Legalmente en Ecuador se considera jóvenes a las personas cuyas edades son de 18 a 29 años, se plantea reformar a través de la Asamblea Nacional al Código de la Democracia ecuatoriano la participación de los jóvenes en la política.

Se incorporarán una cuota de jóvenes no inferior al veinticinco por ciento (25%) en cada lista a inscribirse de las candidaturas a elecciones pluripersonales, esto es un indicador del avance que ha tenido la participación de los jóvenes menores de 18 años ya que se demuestra un interés de quienes administraran al país y de la planificación de buenas políticas pública sean la que lo jóvenes viven enterados de la realidad nacional y dejaron de ser ingenuos.

La participación organizativa debe ser mediante la participación juvenil donde se promueva la participación plena de los jóvenes en el campo cívico, social, económico, cultural, artístico y político donde se cree confianza y de valor a la democracia.

La Tabla 1 muestra el resultado del test aplicado mediante SPSS para el análisis estadístico de la muestra

tomada para el voto facultativo de los procesos correspondientes entre el 2009 y 2017.

Tabla 1: Estadística para una muestra.

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Votos	3	561732,0000	111416,11379	64326,12329

La Tabla 2 muestra el resultado de la prueba aplicada mediante SPSS para el análisis estadístico de la muestra tomada para el voto facultativo de los procesos correspondientes entre 2009 y 2017.

Tabla2: Prueba para una muestra

	Test Value = 0					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Votos	8,733	2	,013	561732,00000	284959,0300	838504,9700

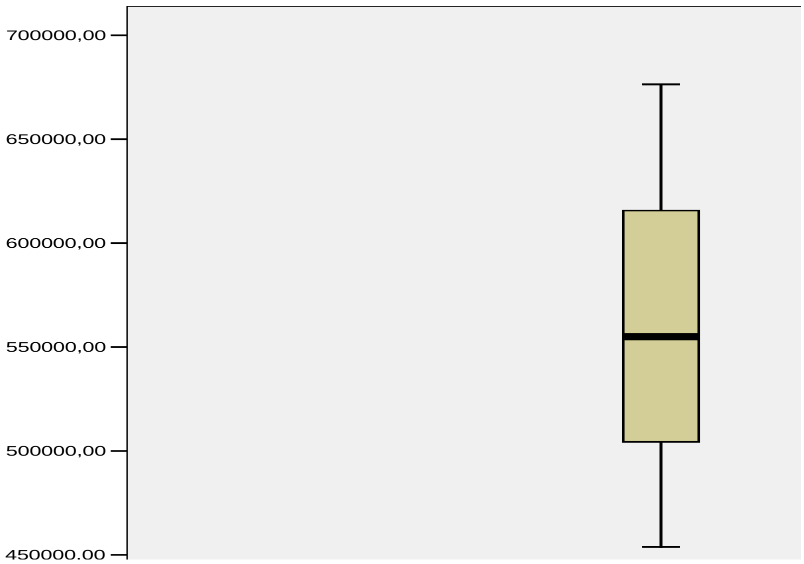


Figura 2: Gráfica del comportamiento de la muestra.

Conclusiones

La participación de los jóvenes ecuatorianos en la vida democrática es fundamental ya que se produce un efecto positivo en las relaciones humanas con el fortalecimiento de la integración social. Esta participación de los jóvenes que es facultativa para ejercer el derecho de elegir produce efectos positivos sobre la sociedad.

En los últimos años la participación de los jóvenes en el Ecuador se ha desarrollado de manera cuantitativa lo que representa una visión diferente donde se crea cultura política para que en el futuro puedan tener una representación activa.

El analizar estadístico del comportamiento de variables relacionadas con el voto facultativo constituye un elemento importante para garantizar las demandas de todos los sectores y en este sentido se enmarca la presente investigación. A partir del desarrollo de la investigación, se obtuvo un análisis sobre el comportamiento del voto facultativo en los jóvenes entre 16 y 18 años del Ecuador.

El análisis estadístico reflejó que en el proceso del 2013 existió un incremento respecto al 2009 y que a su

vez el 2017 incrementó respecto al 2013 lo que demuestra el incremento de la participación de los jóvenes. La modelación estadística mediante números neutrosóficos permitió determinar a partir de las pruebas estadísticas de intervalo de confianza el comportamiento del voto facultativo.

Referencias

[1] S. Pramanik, R. Mallick, and A. Dasgupta, *Contributions of selected indian researchers to multi attribute decision making in neutrosophic environment: an overview*: Infinite Study, 2018.

[2] P. Costa, J. P. Santos, and M. M. da Silva, "Evaluation criteria for cloud services." pp. 598-605.

[3] A. Morales, M. Isabel, M. Conty, and J. Luis, “Las TIC en la enfermería docente,” *Ene*, vol. 11, no. 2, pp. 0-0, 2017.

[4] S. Weeden, and T. Valiente, “Cloud computing: Every silver lining has a cloud,” *Citi Research*, pp. 1-116, 2012.

[5] A. Molina, *El derecho al voto y sus instrumentos según la carta política del 2008 y sus diferencias respecto a la constitución de 1998.*, Univerisas Católica Santiago de Guayaquil. Obtenido de http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/5933, Guayaquil - Ecuador, 2014.

[6] F. Smarandache, "A unifying field in Logics: Neutrosophic Logic," *Philosophy*, pp. 1-141: American Research Press, 1999.

[7] N. Bryson, A. Mobolurin, and A. Joseph, "Generating consensus fuzzy cognitive maps." pp. 231-235.

[8] F. Mata, L. Martínez, and E. Herrera-Viedma, “An adaptive consensus support model for group decision-making problems in a multigranular fuzzy linguistic context,” *IEEE Transactions on fuzzy Systems*, vol. 17, no. 2, pp. 279-290, 2009.

[9] F. Smarandache, and S. Pramanik, *New trends in neutrosophic theory and applications*: Infinite Study, 2016.

[10] F. Smarandache, *A Unifying Field in Logics: Neutrosophic Logic. Neutrosophy, Neutrosophic Set, Neutrosophic Probability: Neutrsophic Logic. Neutrosophy, Neutrosophic Set, Neutrosophic Probability*: Infinite Study, 2005.

[11] P. Biswas, S. Pramanik, and B. C. Giri, “TOPSIS method for multi-attribute group decision-making under single-valued neutrosophic environment,” *Neural computing and Applications*, vol. 27, no. 3, pp. 727-737, 2016.

[12] M. V. Alava, S. P. D. Figueroa, H. M. B. Alcivar, and M. L. Vázquez, “Single Valued Neutrosophic Numbers and Analytic Hierarchy Process for Project Selection,” *Neutrosophic Sets & Systems*, vol. 21, 2018.

[13] C. F. M. DELGADO, P. J. M. VERA, and M. Nory Analidhia PINELA MORAN, *Las habilidades del marketing como determinantes que sustentaran la competitividad de la Industria del arroz en el cantón Yaguachi*: Infinite Study, 2016.

[14] J. Dumani Ramirez, “EL VOTO FACULTATIVO EN LA REPÚBLICA DEL ECUADOR, UNA PROPUESTA DE SOLUCIÓN PARA LAS TENSIONES ENTRE LA AUTONOMÍA INDIVIDUAL Y LA AUTORIDAD LEGITIMA DEL ESTADO,” 2013.

[15] H. Wang, F. Smarandache, Y. Zhang, and R. Sunderraman, “Single valued neutrosophic sets,” *Review of the Air Force Academy*, no. 1, pp. 10, 2010.

[16] M. L. Vázquez, and F. Smarandache, *Neutrosofía: Nuevos avances en el tratamiento de la incertidumbre*: Infinite Study, 2018.

[17] F. Smarandache, and M. Leyva-Vázquez, *Fundamentos de la lógica y los conjuntos neutrosóficos y su papel en la inteligencia artificial*: Infinite Study, 2018.

[18] M. Y. L. Vázquez, K. Y. P. Teurel, A. F. Estrada, and J. G. González, “Modelo para el análisis de escenarios basados en mapas cognitivos difusos: estudio de caso en software biomédico,” *Ingenieria y Universidad: Engineering for Development*, vol. 17, no. 2, pp. 375-390, 2013.

[19] O. Mar, I. Santana, and J. Gulín, “Algoritmo para determinar y eliminar nodos neutros en el Mapa Neutrosófico Cognitivo,” *Neutrosophic Computing and Machine Learning*, vol. 8, pp. 4-11, 2019.

[20] F. Smarandache, and T. Paroiu, *Neutrosofia ca reflectarea a realităţii neconvenţionale*: Infinite Study, 2012.

[21] O. Mar, I. Santana, and J. Gulín, “Competency assessment model for a virtual laboratory system and distance using fuzzy cognitive map,” *Revista Investigación Operacional* vol. 38, no. 2, pp. 170-178, 2017.

[22] J. González, and O. Mar. "Algoritmo de clasificación genética para la generación de reglas de clasificación," No.1, Vol.8; https://www.redib.org/recursos/Record/oai_articulo983540-algoritmo-clasificacion-genetica-generacion-reglas-clasificacion.

[23] F. Smarandache, “Operators on Single-Valued Neutrosophic Oversets, Neutrosophic Undersets, and Neutrosophic Offsets,” *Bulletin of Pure & Applied Sciences-Mathematics and Statistics*, vol. 35, no. 2, pp. 53-60, 2016.

[24] F. Smarandache, *Neutrosophic Overset, Neutrosophic Underset, and Neutrosophic Offset. Similarly for Neutrosophic Over-/Under-/Off-Logic, Probability, and Statistics*: Infinite Study, 2016.

[25] F. Smarandache, "Neutrosophic Overset, Neutrosophic Underset, and Neutrosophic Offset. Florentin Smarandache Similarly for Neutrosophic Over-/Under-/Off-Logic, Probability, and Statistics," 2017.

[26] R. G. Evwcombe, and C. M. Soto, “Intervalos de confianza para las estimaciones de proporciones y las diferencias entre ellas,” *Interdisciplinaria,* vol. 23, no. 2, pp. 141-154, 2006.

[27] R. D. Mason, D. A. Lind, W. G. Marchal, and M. C. H. Lozano, *Estadística para administración y economía*: Alfaomega ^ eMéxico DF México DF, 1998.

[28] E. Olivo Suárez, “Significado de los intervalos de confianza para los estudiantes de ingeniería en México,” 2008.

[29] E. Olivo, and C. Batanero, “Un estudio exploratorio de dificultades de comprensión del intervalo de confianza,” *Unión. Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, no. 12, pp. 37-51, 2007.

[30] E. Olivo, C. Batanero, and C. Díaz, “Dificultades de comprensión del intervalo de confianza en estudiantes universitarios,” *Educación matemática,* vol. 20, no. 3, pp. 5-32, 2008.

[31] N. d. Coppo, J. Coppo, and M. Lazarte, “Intervalos de confianza para colesterol ligado a lipoproteínas de alta y baja densidad en suero de bovinos, equinos, porcinos y caninos,” *Revista Veterinaria,* vol. 14, no. 1, pp. 3-10, 2016.

[32] O. L. Muñoz, *Participacion politica de jovenes guerrerenses*, Mexico D.F, Mexico: Ediciones verbolibre,S.A.de C.V, 2017.

Received: noviembre 17, 2019. Accepted: Enero 07, 2020

NCML

Neutrosophic Computing and Machine Learning , Vol. 11, 2020

University of New Mexico

Método neutrosófico multicriterio para evaluar las competencias de los candidatos a alcalde

Alex Javier Peñafiel Palacios[1], Lady Bajaña Bustamante, Víctor Cárdenas Armijo[3] , Vicente Salomón Navarrete Luque[4]

[1] Docente, Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ecuador. E-mail: Ub.alexpenafiel@uniandes.edu.ec

[2] Estudiante, Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ecuador. E-mail: db.ladyjbb67@uniandes.edu.ec

[3] Estudiante, Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ecuador. E-mail: db.victormca41@uniandes.edu.ec

[4] Docente, Universidad de Guayaquil, Ecuador. E-mail: Vicente.navarrete@ug.edu.ec

Resumen: La democracia en Ecuador se sustenta sobre la elección de las máximas autoridades por medio de la elección popular y la división territorial sobre la cual el elegido tiene funciones y competencia que cumplir en caso de ser electo. Los candidatos realizan compromisos sobre los cuales trabajarían, así como las acciones concretas que asumiría en el cargo si fueran electos. Sin embargo, existen inconsistencias entre los planes de gobierno propuestos por los candidatos y las obligaciones que dentro de la ley están obligados a cumplir producto al bajo nivel de competencias. La presente investigación, propone una solución a la problemática planteada a partir del desarrollo de un método para evaluar las competencias de los candidatos a alcalde en la ejecución de los planes de gobierno. El método propuesto basa su funcionamiento mediante un enfoque multicriterio multiexperto con la utilización de números neutrosóficos. Se realiza la aplicación del método propuesto como estudio de caso sobre la Alcaldía de Babahoyo a partir de lo cual fue posible realizar un análisis del comportamiento de las competencias de los candidatos a alcalde.

Palabras claves: Método multicriterio, números neutrosóficos, planes de gobierno, alcaldía.

1 introducción

El sistema democrático en el Ecuador se expresa mediante su proceso eleccionario donde cada cuatro años los ciudadanos tienen el deber de elegir a quienes serán los que dirijan los diferentes niveles de gobiernos seccionales [1], [2]. Las elecciones se realizan amparadas en el principio de autonomía vigente para prefecturas, alcaldías y juntas parroquiales rurales reconocidas como Gobiernos Autónomos Descentralizados [3], [4].

Según se manifiesta en el Código de la Democracia, dentro de los requisitos necesarios para poder postularse a un cargo de elección, se requiere según el artículo 97 de la presentación de un plan de trabajo que debe contener entre otros elementos; un plan de trabajo plurianual con propuestas y estrategias que permitan delimitar las acciones que se realizarán si es que son elegidos [5], [6].

Por su parte dentro de la Constitución se manifiesta en el artículo 264 cuáles son las competencias que los Gobiernos Autónomos Descentralizados deben de asumir de manera exclusiva. Esto conlleva a indagar respecto a si existe o no la concordancia entre los planes de gobierno y las funciones y competencias que la ley impone a los Gobiernos Autónomos Descentralizados [7], [8].

Cuantificar el desempeño de los gobernantes en sus funciones representa una tarea importante para evitar inconsistencias entre los planes de gobierno propuestos por los candidatos y sus obligaciones dentro de la ley. Lo antes expresado representa un problema de evaluación de las competencias de los gobernantes que puede ser tratado desde la ciencia mediante métodos multicriterios.

A partir de lo antes expresado, se define como objetivo de la presente investigación: desarrollar un método para evaluar las competencias de los candidatos a alcalde basado en métodos multicriterios.

2 Preliminares

Con el objetivo de introducir los principales referentes teóricos sobre el objeto de estudio, se presentan los diferentes conceptos que facilitan la comprensión de la investigación. Se realiza una descripción de los planes de gobiernos, se introduce una aproximación de las funciones gubernamentales. Por último se realiza una representación de los métodos multicriterios neutrosóficos para modelación de la incertidumbre sobre la evaluación de competencias.

2.1 Planes de gobierno

La Planificación Estratégica para Partidos Políticos representa la transformación que se da dentro de los movimientos políticos en torno a la capacidad que estas organizaciones tienen para vincular a los miembros de manera constante, participativa y conforme a los lineamientos que la organización predica, en muchas ocasiones corresponden a demandas personales de los directivos más allá de la visión política del colectivo.

Los planes realizados a los candidatos a prefecto y alcalde en la ciudad de Quito para las elecciones del año 2009-2013 reveló que: no todos contaban con los contenidos mínimos dispuestos por este organismo, siendo el punto de mayor recurrencia de no aplicación en relación a los mecanismos de participación ciudadana [9].

Existe un paradigma respecto a la percepción ciudadana del cumplimiento de las promesas de campaña, las cuales deben estar sustentadas en los planes de trabajo presentados, sin embargo, el cumplimiento del mismo se ve condicionado a dos factores relevantes, el primero a los costos que conllevan el cumplimiento de estas propuestas que muchas veces no han sido analizados a profundidad, encontrándose luego de ser elegidos con la realidad financiera inconsistente con la magnitud de las propuestas realizadas, y por otro lado, factores externos que van relacionados a prioridades no planificadas impuestas por la propia colectividad o por poderes superiores como son los factores macro económicos, las regulaciones locales y nacionales, entre otros [10] .

2.2 Funciones gubernamentales

En este contexto, la Carta Magna expone las obligaciones mínimas que debe asumir el Gobierno Autónomo Descentralizado y que deben estar presentes en los planes de gobiernos de todos los candidatos. Por otra parte la norma que regula el proceso electoral, el Código de la Democracia dispone en el artículo 97 que todos los candidatos a elección popular deben de presentar un plan de trabajo que debe de contener al menos cuatro elementos, que son: Un diagnóstico que presente la situación actual, la presentación de un objetivo general y varios específicos, una planificación de trabajo aplicable durante los cuatro años de mandato con las acciones a ejecutar si fuere elegido y finalmente la presentación del modo en cómo se realizará la rendición de cuentas de la gestión durante todo el periodo [11].

Por otro lado, el Código Orgánico de Ordenamiento Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD), describe las funciones de los Gobiernos Autónomos Descentralizados en el artículo 54, y adicionalmente se reconocen las competencias en el artículo 55.

2.3 Competencias

La Real Academia Española define la competencia como la capacidad y disposición para algo [12], por lo tanto la competencia es la aptitud asumida por un individuo donde demuestre, capacidad, talento o destreza para ejecutar una actividad con éxito conocido como competencia cognitiva. La competencia cognitiva se refiere a las distintas competencias intelectuales demostradas al desarrollar una tarea; esto le permite al sujeto apropiarse del conocimiento para resolver problemas y transformar su entorno [13].

Las habilidades genéricas son adquiridas en el período formativo o educativo y en la práctica del trabajo. Sirven para cualquier actividad profesional. Están apoyadas en factores humanos, tales como la creatividad, las condiciones intelectuales y la capacidad de transferir conocimientos a nuevas situaciones [14], [15].

Son ejemplos de habilidades genéricas: la toma de decisiones, la iniciativa, la empatía y la simpatía, la habilidad numérica y computacional, la habilidad verbal y de conversación, la resolución de problemas, la comunicación, las actitudes personales, el uso de información tecnológica [16].

2.4 Métodos multicriterios

La toma de decisiones es un proceso de selección entre cursos de alternativas, basado en un conjunto de criterios, para alcanzar uno o más objetivos [17]. Con respecto al concepto "toma de decisiones", Schein, plantea [18]: es el proceso de identificación de un problema u oportunidad y la selección de una alternativa de acción entre varias existentes, es una actividad diligente clave en todo tipo de organización [19].

Un proceso de toma de decisiones donde varían los objetos o decisiones, es considerado como un problema de toma de decisiones multicriterio. La evaluación multicriterio constituye una optimización con varias funciones objetivo simultaneas y un agente decisor. La ecuación 1 formaliza el problema planteado.

$$Max = F(x), x \in X \tag{1}$$

Donde:

x: es un vector $[x_1, , x_n]$ de las variables de decisión.

X: es la denominada región factible. Representa el dominio de valores posible que puede tomar la variable.

F(x): es un vector $[F_1 x, , F_n x]$ de las P funciones objetivos que recogen los criterios.

Max: representa la función a maximizar, esta no es restrictiva.

Específicamente los problemas multicriterios discretos constan básicamente de dos tipos de datos que constituyen el punto de partida para diferentes problemas de toma de decisiones multicriterio discreto (DMD). La figura 1 muestra una representación de un método multicriterio.

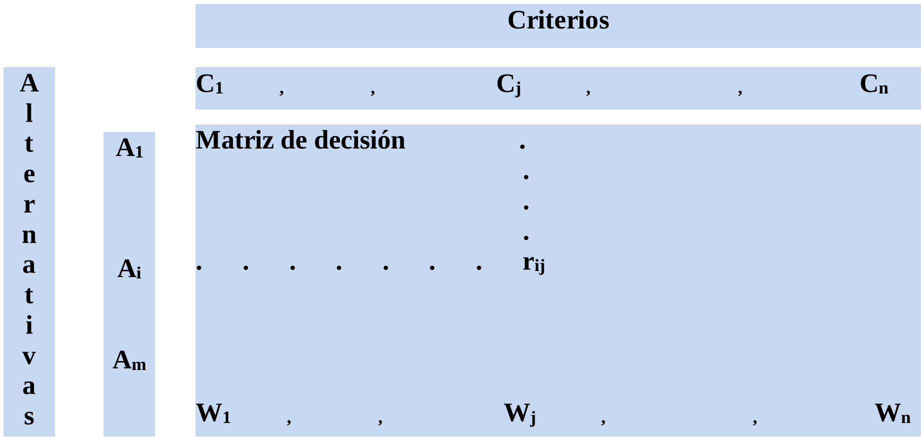


Figura 1: Representación de método multicriterio.

La figura 1 mostró una representación de un problema de toma de decisiones multicriterio donde:

r_{ij}: representa la evaluación de la alternativa i respecto al criterio j.

w_{ii}: representa el peso del criterio j.

Cada problema de toma de decisiones puede ser diferente, sin embargo a partir de la versatilidad de su naturaleza se puede definir un procedimiento para la resolución de problemas. La Figura 2 muestra un esquema para la resolución de problemas de toma de decisiones.



Figura 2: Procedimiento para la resolución de problema de toma de decisiones.

2.5 Ponderación Lineal Nesutrosófica

Para la resolución de problema de toma de decisiones diversos han sido los métodos multicriterio propuestos. Cuando se desea emitir una ponderación para una determinada alternativa, los métodos de ordenamiento y agregación representan una forma viable para su aplicación [20],[21], [22]. Dentro de los métodos multicriterio clásicos se encuentra la ponderación lineal. El método consiste en calcular una puntuación global r_i para cada alternativa A_i tal como expresa la ecuación 2 [23], [24].

$$R_i = \sum_j W_j \, r_{ij} \tag{2}$$

La ponderación lineal representa un método compensatorio, se aplica posterior a una normalización previa. El método es aplicado en casos donde se posee un conjunto m de alternativas y n criterios. Para cada criterio j el decisor estima cada alternativa i. Se obteniene la evaluación a_{ij} de la matriz de decisión que posee una ponderación cardinal ratio. Se asigna un peso $W_j(j = 1, n)$ también del tipo cardinal ratio para cada uno de los criterios C_j.

En el contexto de los métodos multicriterio, se introducen los números neutrosóficos con el objetivo de representar la neutralidad [25], [26]. Constituye las bases de teorías matemáticas que generalizan las teorías clásicas y difusas tales como los conjuntos neutrosóficos y la lógica neutrosófica [27]. Un número neutrosófico (N)

se representa de la siguiente forma [28], [29]:

Sean $N = \{(T, I, F) : T, I, F \subseteq [0, 1]\}n$, una valuación neutrosófica es un mapeo de un grupo de fórmulas proporcionales a N , esto es que por cada sentencia p se tiene:

$$v\ (p) = (T, I, F) \tag{3}$$

Donde:

T: representa la dimensión del espacio que representa la verdad,

I: representa la falsedad,

F: representa la indeterminación.

Matemáticamente se puede definir un método de Ponderación Lineal Neutrosófico como una 3-tupla (R,W,r) tal como representa la ecuación 4.

$$R_{i(T,I,F)} = \sum_{j} W_{j(T,I,F)}\, r_{ij(T,I,F)} \tag{4}$$

Donde:

$R_{i(T,I,F)}$: representa la función resultante que refiere una dimensión del espacio verdad, falsedad e indeterminación (T, I, F).

$W_{j(T,I,F)}$: representa el peso del criterio $_{j.}$ asociados a los criterios que refiere una dimensión del espacio verdad, falsedad e indeterminación (T, I, F).

$r_{ij:}$ representa la evaluación de la alternativa i respecto al criterio j que refiere una dimensión del espacio verdad, falsedad e indeterminación (T, I, F).

3 Desarrollo del método para evaluar las competencias de candidatos a alcalde en la ejecución de planes de gobiernos

El método propuesto está diseñado para soportar el proceso de evaluación de competencias de alcaldes en la ejecución de planes de gobiernos. Basa su funcionamiento a partir de técnicas multicriterio, multiexperto donde se modela la evaluación de competencias a partir de un conjunto de criterios que representan las competencias a desempeñarse.

Utiliza en su inferencia el método multicriterio Ponderación Lineal Neutrosófica. La figura 3 muestra un esquema que ilustra el funcionamiento del método propuesto.

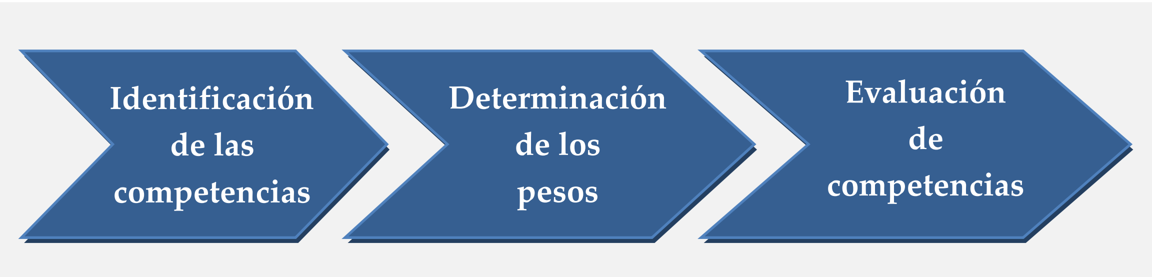


Figura 3: Estructura del método propuesto.

El método está diseñado mediante una estructura de tres etapas que en su conjunto determina la evaluación de competencias.

Etapa 1: Identificación de las competencias.

Representa el conjunto de competencias que se valoran en el proceso de evaluación para los candidatos a alcalde. Constituye un enfoque multicriterio formalizado como:

$C = \{c_1, \dots c_n\}$, n ≥ 2, criterios o competencias a evaluar en el método.

Etapa 2: Determinación de los pesos.

Para la determinación de los pesos asociados a las competencias se utiliza un enfoque multiexperto de modo que:

$E = \{e_1, \dots e_m\}$, $m \geq 2$, donde E, representa los expertos que intervienen en el proceso.

Etapa 3: evaluación de las competencias.

La etapa de evaluación representa el procesamiento del método para emitir el resultado de la inferencia propuesta. Se procesan los datos empleando el método de la ponderación lineal mediante la ecuación 4. Como resultado expresa el valor atribuido a las competencias de los candidatos.

4 Implementación del método para evaluar las competencias de candidatos a alcalde en la ejecución de planes de gobiernos

Para la implementación del método propuesto se realizó un estudio de caso con los planes de gobierno presentados ante el Consejo Nacional Electoral en la Provincia de Los Ríos para el proceso de elección de alcalde en el cantón Babahoyo para el periodo 2018-2021.

Etapa 1: Identificación de las competencias.

Para el análisis y funcionamiento del método propuesto se utilizaron 14 competencias tal como se presentan en la tabla 1.

No	Competencias
1	La planificación del cantón en concordancia con la organización de los gobiernos superiores e inferiores específicamente en lo relacionado al uso del suelo.
2	La supervisión y control de la manera en que se utiliza la tierra.
3	Atender la obra pública relacionada con las calles en las zonas urbanas.
4	Encargarse de los servicios públicos.
5	Manejar el régimen de tasas y contribuciones especiales por medio de ordenanzas.
6	Administrar el tránsito y el transporte público urbano dentro del cantón.
7	En concordancia con el gobierno central se la implementación de escuelas y centros de salud, así como espacios recreativos.
8	Asumir la preservación y creación de espacios relacionados al patrimonio arquitectónico.
9	Regir el sistema de catastro inmobiliario en el área rural y urbana.
10	Regula el uso de playas en los diferentes cuerpos de agua naturales del cantón.
11	Garantizar el acceso libre a las riberas de las fuentes de agua naturales.
12	Controlar el uso de los recursos minerales presentes en canteras y espacios acuáticos.
13	Administrar el sistema de defensa contra incendios.
14	Desarrollar mecanismos de cooperación internacional.

Tabla 1: Competencias para la evaluación de candidatos.

Etapa 2: Determinación de los pesos.

Para la etapa de determinación de los pesos atribuidos a las competencias, se realizó la consulta a 7 expertos que expresaron sus valoraciones sobre las competencias. Se obtuvieron las tablas valorativas las cuales fueron agregadas en una tabla resultante. La tabla 2 muestra el resultado de la valoración de los criterios una vez realizado el proceso de agregación.

Competencias	Valoración del criterio $W_{(T,I,F)}$
C_1	[0.85,0.25,0.25]
C_2	[0.75,0.25,0.25]
C_3	[0.55,0.25,0.25]
C_4	[0.75,0.25,0.25]
C_5	[0.60,0.25,0.25]
C_6	[0.80,0.25,0.25]
C_7	[0.85,0.25,0.25]
C_8	[0.75,0.25,0.25]
C_9	[0.60,0.25,0.25]
C_{10}	[0.75,0.25,0.25]
C_{11}	[0.90,0.25,0.25]
C_{12}	[0.85,0.25,0.25]
C_{13}	[0.85,0.25,0.25]

Competencias	Valoración del criterio $W_{(T,I,F)}$
C_{14}	[0.85,0.25,0.25]

Tabla 2: Peso atribuido a las competencias de la consulta a expertos.

Etapa 3: evaluación de las competencias.

A partir del comportamiento de los pesos atribuidos a las alternativas y el desarrollo de las manifestaciones se determina mediante un proceso de agregación el grado de pertenencia de una competencia. La Tabla 6 muestra el resultado del cálculo realizado.

Competencias	Pesos $W_{(T,I,F)}$	Preferencias	$R_{i(T,I,F)}$
C_1	[0.85,0.25,0.25]	[1,0.10,0.15]	[0,85,0.025,0.0375]
C_2	[0.75,0.25,0.25]	[0.75,0.10,0.15]	[0.5625,0.025,0.0375]
C_3	[0.55,0.25,0.25]	[0.75,0.10,0.15]	[0.4125,0.025,0.0375]
C_4	[0.75,0.25,0.25]	[1,0.10,0.15]	[0.75,0.025,0.0375]
C_5	[0.60,0.25,0.25]	[0.75,0.10,0.15]	[0.45,0.025,0.0375]
C_6	[0.80,0.25,0.25]	[0.50,0.10,0.15]	[0.4,0.025,0.0375]
C_7	[0.85,0.25,0.25]	[1,0.10,0.15]	[0.85,0.025,0.0375]
C_8	[0.75,0.25,0.25]	[0.75,0.10,0.15]	[0.5625,0.025,0.0375]
C_9	[0.60,0.25,0.25]	[0.55,0.10,0.15]	[0.4125,0.025,0.0375]
C_{10}	[0.75,0.25,0.25]	[1,0.10,0.15]	[0.9,0.025,0.0375]
C_{11}	[0.90,0.25,0.25]	[0.7,0.10,0.15]	[0.595,0.025,0.0375]
C_{12}	[0.85,0.25,0.25]	[1,0.10,0.15]	[0.85,0.025,0.0375]
C_{13}	[0.85,0.25,0.25]	[1,0.10,0.15]	[0.85,0.025,0.0375]
C_{14}	[0.85,0.25,0.25]	[1,0.10,0.15]	[0.85,0.025,0.0375]
Índice			0.67

Tabla 3: Peso atribuido a las manifestaciones

Se presentaron ante el Consejo Nacional Electoral, diez candidatos a la Alcaldía de Babahoyo los cuales presentaron los informes conforme a los requerimientos del artículo 97 del Código de la Democracia, esta información fue revisada y contrastada con las 14 competencias y las 20 funciones que corresponden al Gobierno Autónomo Descentralizado Cantonal encontrando los siguientes resultados. La Figura 4 muestra el resultado del levantamiento inicial realizado a los candidatos.

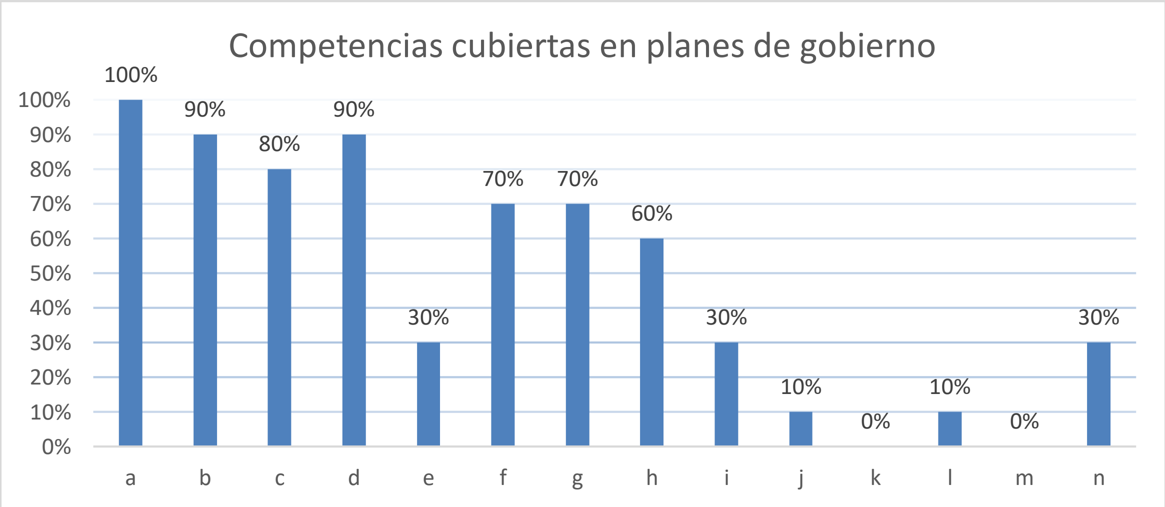


Figura 4: Competencias cubiertas en los planes de gobierno.

A partir del procesamiento realizado se obtiene un índice de competencia para el candidato electo de un I= 0.67 , para el caso analizado representa un adecuado índice de competencia.

Conclusiones

A partir de la investigación realizada, se obtuvo un método para evaluar las competencias de los candidatos alcalde basado en un enfoque multicriterio multiexperto.

La implementación del método, posibilitó la obtención de los vectores neutrosóficos de pesos atribuidos a las competencias mediante un enfoque multiexperto.

Con la aplicación del método propuesto en el caso de estudio se posibilitó la evaluación de competencias de los candidatos a alcalde.

El caso de estudio propuesto, presenta una aplicación del método propuesto, aunque se recomienda implementar diferentes métodos multicriterio para comparar el comportamiento de las inferencias realizadas.

Referencias

[1] S. Pachano, "Ecuador: fin de ciclo y elecciones," *Elecciones y partidos en América Latina en el cambio de ciclo,* vol. 40, pp. 187, 2018.

[2] N. S. Moya, "Elecciones presidenciales Ecuador 2017: entre el continuismo y la derecha," *Más poder local*, no. 31, pp. 18-19, 2017.

[3] P. Zhunaula, and T. Maribel, "Desventaja de incumbencia en Ecuador: un análisis de las elecciones seccionales ecuatorianas de 2004 al 2014," Quito, 2019.

[4] Y. Welp, F. Freidenberg, and P. Capra, "Nuevos medios, vieja política en las elecciones ecuatorianas de 2014 New media, politics as usual in the 2014 Ecuadorian elections," *Revista Mexicana de Sociologia*, 2020.

[5] F. A. Durán Escudero, "El Rol de la Corte Constitucional ecuatoriana en el caso de la reelección indefinida¿ Un guardián de la Constitución?," Universidad del Azuay, 2019.

[6] E. C. Layana, and D. P. Sancán, "Presupuesto participativo y rendición de cuentas de un gobierno autónomo descentralizado en Ecuador," *RECIAMUC,* vol. 2, no. 3, pp. 267-294, 2018.

[7] F. A. Ganga Contreras, M. Uriguen, and S. Amir, "Análisis descriptivo del gobierno universitario ecuatoriano: una mirada desde los cambios legislativos," *Revista electrónica de investigación educativa,* vol. 19, no. 2, pp. 22-37, 2017.

[8] M. A. R. Chávez, "Desarrollo económico territorial desde el gobierno intermedio: la experiencia del gobierno provincial de Los Ríos, Ecuador," Universidad Complutense de Madrid, 2017.

[9] V. M. Sarmiento Benavides, "Análisis de los planes de trabajo presentados por las autoridades electas en la provincia de Pichincha, cantón Quito periodo 2009-2013," Quito, 2016., 2016.

[10] L. K. P. Vera, and L. K. P. Vera, "Plan de Desarrollo y Compromiso Social de la Empresa Pública Municipal de Saneamiento y Ambiental de Babahoyo (EMSABA EP)," Babahoyo: UTB, 2017.

[11] M. Lara, and W. Marcelo, "Proyecto de reforma al artículo 373 del Código Orgánico de Organización Territorial Autonomía Y Descentralización COOTAD, para garantizar la seguridad jurídica y la estabilidad laboral," 2019.

[12] RAE, "Diccionario de la Lengua Española," *Real Academia Española*, 2017.

[13] N. Araya Ramírez, "Las habilidades del pensamiento y el aprendizaje significativo en matemática de escolares de quinto grado en Costa Rica," *Revista Electrónica "Actualidades Investigativas en Educación",* vol. 14, no. 2, pp. 66-95, 2014.

[14] R. Escribano, "Las competencias profesionales," *Clave XXI: Reflexiones y Experiencias en Educación,* vol. 2, 2010.

[15] O. Mar, I. Santana, and J. Gulín, "Competency assessment model for a virtual laboratory system and distance using fuzzy cognitive map," *Revista Investigación Operacional* vol. 38, no. 2, pp. 170-178, 2017.

[16] S. S. Donostia, *Competencias Profesionales: Enfoques y Modelos a Debate*, 2016.

[17] S. Herbert, "The new science of management decision," *New York*, 1960.

[18] E. B. F. Fincowsky, "Toma de decisiones empresariales," *Contabilidad y Negocios* vol. Vol 6, No 11, pp. 113-120. ISSN 1992-1896, 2011.

[19] E. SCHEIN, "Process consultation," 1988.

[20] O. Mar, M. Leyva, and I. Santana, "Modelo multicriterio multiexperto utilizando Mapa Cognitivo Difuso para la evaluación de competencias," *Ciencias de la Información,* vol. 46, no. 2, pp. pp. 17 - 22, 2015.

[21] L. A. P. Florez, and Y. L. Rodríguez-Rojas, "Procedimiento de Evaluación y Selección de Proveedores Basado en el Proceso de Análisis Jerárquico y en un Modelo de Programación Lineal Entera Mixta," *Ingeniería,* vol. 23, no. 3, pp. 230-251, 2018.

[22] E. M. García Nové, "Nuevos problemas de agregación de rankings: Modelos y algoritmos," 2018.

[23] O. Mar, L. Argota, and I. Santana, "Módulo para la evaluación de competencias a través de un Sistema de Laboratorios a Distancias," *Revista Cubana de Ciencias Informáticas,* vol. 10, no. 2, pp. 132-147, 2016.

[24] F. Morey Cortès, "El sistema alimentario global: ponderación cuantitativa de las variables del modelo en el entorno de Cataluña," Universitat Politècnica de Catalunya, 2019.

[25] F. Smarandache, "A Unifying Field in Logics: Neutrosophic Logic," *Philosophy*, pp. 1-141, 1999.

[26] O. Mar, I. Santana, and J. Gulín, “Algoritmo para determinar y eliminar nodos neutros en el Mapa Neutrosófico Cognitivo,” *Neutrosophic Computing and Machine Learning*, vol. 8, pp. 4-11, 2019.
[27] M. Leyva-Vázquez, and F. Smarandache, *Computación neutrosófica mediante Sympy*: Infinite Study, 2018.
[28] M. L. Vázquez, and F. Smarandache, *Neutrosofía: Nuevos avances en el tratamiento de la incertidumbre*: Infinite Study, 2018.
[29] H. Wang, F. Smarandache, R. Sunderraman, and Y. Q. Zhang, *Interval Neutrosophic Sets and Logic: Theory and Applications in Computing: Theory and Applications in Computing*: Hexis, 2005.

Received: octubre 18, 2019. Accepted: enero 12, 2020

NCML
Neutrosophic Computing and Machine Learning , Vol. 11, 2020
University of New Mexico

Método para la determinación del índice de promoción de la cultura jurídica mediante números neutrosóficos

Rosa Leonor Maldonado Manzano [1], María Francisca Elgueta Rosas [2], Eric Palma González[3]

[1] Docente, Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ecuador. E-mail: ub.rosamaldonado@uniandes.edu.ec
[2] Docente, Universidad Central de Chile, Chile. E-mail: Upuddderecho.uchile@gmail.com
[3] Docente, Universidad Central de Chile, Chile. E-mail: ericepalma@yahoo.es

Resumen: Las instituciones educacionales en el Ecuador promueven el estilo de participación receptiva de los docentes en las aulas. Sin embargo, en muchas ocasiones los docentes carecen de formación en la disciplina pedagógica, lo que imposibilita incorporar conocimientos técnicos, formación de vocación y creación de conciencia jurídica en los alumnos. La presente investigación propone una solución a la problemática planteada a partir del desarrollo de un método para la determinación del índice de promoción de la cultura jurídica. El método basa su funcionamiento en un enfoque multicriterio con la utilización de números neutrosóficos para modelar la incertidumbre.

Palabras Claves: Método, cultura jurídica, formación pedagógica, números neutrosóficos.

1 introducción

En la actualidad la formación pedagógica jurídica del docente universitario es de mucha importancia para asegurar la calidad de la enseñanza aprendizaje en el sistema educacional. Permite mejorar los indicadores establecidos por los organismos de control de la Educación Superior del Ecuador y realizar mejoras en casos necesarios [1], [2].

Como forma de materializar la cultura jurídica, los docentes universitarios socializan experiencias mediante congresos, reuniones científicas, simposios, seminarios, coloquios y otras actividades de formación pedagógica. Sin embargo, se evidencia que no es suficiente para lograr un buen desempeño real, debido a la falta de dominio de estrategias pedagógicas que faciliten su actuación didáctica [3], [4].

La tarea del docente es compleja y requiere constante formación, por eso el proceso de aprender a enseñar es necesario para comprender mejor la enseñanza y disfrutar de ella. La implementación de un centro de pedagogía jurídica en las instituciones de nivel superior con personal especializado, fortalecería la proactividad en aprender-enseñar [5], [6-8].

Los organismos de control, cuya función es la evaluación institucional y de carrera, en relación a la calidad de la universidad, son considerados factores que impulsan a las instituciones superiores a procurar brindar mejor servicio, siendo altamente exigentes al momento de seleccionar a los docentes para la función académica.

Los docentes realmente no están conscientes de la función que realizan y en varias situaciones deben tomar decisiones emergentes en el aula, ya que el rol docente del abogado que por lo general se desempeña en el libre ejercicio, o como funcionario público no le acredita ser docente por no tener la formación pedagógica lo que ocurre que este vaya teniendo experiencias basado en las interacciones con los estudiantes [9], [10], [11].

A partir del análisis antes expresado, se propone como objetivo de la presente investigación desarrollar un método para determinar el índice de promoción de la cultura jurídica mediante números neutrosóficos.

2 preliminares

La presente sección realiza una descripción de los principales elementos asociados al dominio del problema que se modela. Con el propósito de comprender los principales referentes que enmarcan el objeto de estudio de abordado. Se presentan las bases que contribuyen a la formación pedagógica. Es presentada la cultura jurídica desde los procesos formativos.

2.1 Formación pedagógica

Los docentes son sujetos a evaluaciones docentes con el propósito de mejorar la calidad, en los cuales se

evidencia que manejan claramente los temas jurídicos en su mayoría y que de manera personal tratan de dar cada vez mejor sus clases, pero no existe un apoyo constante para este logro, y no aplican la pedagogía jurídica adecuada no por falta de interés sino por la escases de algún departamento que les de acompañamiento a los docentes de la carrera de derecho [12], [13].

Es importante que los expertos en pedagogía realicen el acompañamiento a los docentes de la carrera de derecho, mediante una asesoramiento constante y así lograr que los formadores tengan la doble formación necesaria para mejorar el proceso de enseñanza – aprendizaje [14], [15, 16].

En el rol del formador jurídico el problema es que como en toda institución educativa la calidad del docente impacta, en mayor o menor medida sobre la calidad brindada por el centro formativo, la calidad educativa es una cuestión que guarda diversas interpretaciones, de acuerdo al ámbito en que se evalúa, es habitual en las investigaciones al respecto, que se meriten cierta información en relación con antecedentes informativos, como grados y postgrados, entre otros [17], [18].

En el mundo académico del derecho, incluyendo las escuelas judiciales, esa formación se vincula con la experticia disciplinar, ósea el propio terreno del formador [19], [20], los docentes de la carrera de derecho poseen evidentemente su experiencia en el ámbito profesional, pero carece de conocimientos pedagógicos y también didácticos, siendo una situación que ha causado un alto impacto incluso en las universidades de nuestro país se ha observado por parte de los evaluadores de los organismos de control de la Educación Superior la carencia de conocimientos pedagógicos, por lo que se cree pertinente la creación de un centro de Pedagogía Jurídica que permita mejorar el nivel de Educación Superior del país [21] y la acreditación de las universidades ya que es uno de los indicadores que exige el CACES [14].

2.2 Cultura jurídica

Los docentes de la carrera de derecho confrontan su actividad profesional mediante un sistema característico de conocimientos, producto de la elaboración personal de sus ideas en un contexto institucional y social determinado. Dichos conocimientos son los que efectivamente utiliza el docente y en “su conformación entran en juego factores subjetivos, biográficos y experienciales, así como aspectos objetivos contextuales”. El docente es, un sujeto que continuamente construye, elabora y prueba su teoría personal del mundo [22].

Consistente con la visión actual de la enseñanza, considerada como una actividad del pensamiento profesional, en la que el cambio conceptual debe ser reconocido como el centro del aprendizaje del docente [23]. El docente se convierte en el constructor del conocimiento basado en las necesidades del entorno por lo que es importante reforzar las dificultades que se van suscitando a diario en el proceso pedagógico jurídico [24], [25, 26].

El docente debe estar siempre consciente de su actuar y de cómo se relaciona con sus estudiantes, tratando de ser siempre un guía y un consejero, intentando practicar un estilo distinto de docencia más cercana y estimuladora. Uno de los procesos que se cumplen en la mayoría de las instituciones educativas que es la tutoría o acompañamiento que el docente realiza al estudiante, siendo este el guía del proceso académico y no dejando a un lado los asuntos de ámbito personal, estimulando al estudiante a cumplir sus metas y de ser necesario en varios casos se los deriva para asistencia Psicológica.

Los profesores que asisten a las actividades de formación están altamente motivados por la calidad de su enseñanza. En su mayoría son profesores que están innovando constantemente en su tarea docente y quieren saber cómo hacer mejor lo que ya están haciendo bien según la evaluación de los mismos profesores y los alumnos. En el apartado de propuesta veremos qué papel pueden jugar este tipo de profesores en la formación pedagógica y didáctica de sus compañeros [27].

Cada universidad podría utilizar estos profesores sensibilizados y con preparación específica para ellos como dinamizadores dentro de su contexto inmediato, departamentos, para el cambio de cultura y valores respecto a la necesidad y oportunidad de formación pedagógica. Sería una forma de reconocimiento de la excelencia docente de estos profesores [28].

3 Diseño del método para la determinación del índice de promoción de la cultura jurídica

La presente sección describe el funcionamiento del método para determinar el índice de promoción de la cultura jurídica. El método basa su funcionamiento a partir de la lógica neutrosófica para representar la incertidumbre mediante la utilización de operadores para la agregación de información [29].

La figura 1 muestra un esquema general del método propuesto.



Figura 1: Esquema general del método propuesto.

El método propuesto está diseñado para garantizar la gestión del flujo de trabajo sobre la determinación del índice de promoción de la cultura jurídica. Emplea un enfoque multicriterio multiexperto donde a partir de indicadores evaluativos se definen la base sobre la cual se realiza la inferencia. Posee una etapa de procesamiento que realiza el análisis matemático de la solución y por último se generan las evaluaciones del índice de promoción como parámetro de salida del método.[30, 31]

El proceso de determinación del índice de promoción de la cultura jurídica. Está formado por cuatro actividades básicas (definición de los indicadores evaluativos, determinación de los pesos asociados a los indicadores, agregación de las informaciones y generación de las evaluaciones) que se describen a continuación:

Actividad 1 definición de los indicadores evaluativos:

La actividad de determinación de los indicadores evaluativos, utiliza un enfoque multicriterio multiexperto, consiste en obtener los indicadores evaluativos para el proceso de determinación del índice de promoción de la cultura jurídica a partir de la opinión de expertos que intervienen en el proceso. Se recomienda el empleo entre 5 y 7 expertos que participen en el proceso.

Actividad 2 determinación de los pesos asociados a los indicadores:

A partir de los indicadores obtenidos de la actividad anterior, se procede a realizar la valoración de estos para determinar los pesos asociados a cada vector. Se emplea la utilización de los expertos en el proceso como parte del desarrollo de la Actividad propuesta.

Actividad 3 agregación de las informaciones:

La agregación de información es la actividad más importante del método, representa un mecanismo utilizado en los sistemas de apoyo a la toma de decisiones, para la evaluación o decisión, consiste en la transformación de un conjunto de datos (conjunto difuso) en un único elemento [32], [33], [34], [35].

Definición 1: Operador T-norma. Un operador $T: [0,1] * [0,1] \rightarrow [0,1]$ es un operador T-norma si cumple las siguientes propiedades:

1. Conmutativa $T(x, y) = T(y, x)$.
2. Asociativa $T(x, T(y, z) = T(T(x, y), Z)$.
3. Monótono creciente $T(x, y) > T(x, y)$ si $x \geq x' \cap y \geq y'$.
4. Elemento neutro $T(x, 1) = x$.

Los operadores de agregación de información Suma Ponderada Ordenada (OWA) permiten la agregación de información de acuerdo a parámetros predefinidos, obteniéndose un valor representativo. Un decisor puede agregar la información en función del grado de optimismo o pesimismo deseado, [36], [37, 38].

Definición 2: Operador OWA. Una función $F: R^n \rightarrow R$, es un operador OWA de dimensión n si tiene un vector asociado W de dimensión n tal que sus componentes satisfagan [39, 40]:

1) $W_j \in [0,1]$,
2) $\sum_{j=1}^{n} W_j = 1$, y
3) $F(a_1, a_2, , , a_n) = \sum_{j=1}^{n} W_j b_j$

Donde b_j es el J-ésimo más grande de los a_j.

Se puede expresar el operador agregación mediante una notación vectorial tal como se representa en la ecuación 1:

$$F(a_1, a_2 .. a_n) = W^t B \quad (1)$$

Donde:

W: es el vector OWA de peso asociado con la agregación.

B: es el vector agregado ordenado, donde el j-ésimo más grande componente de B es b_j siendo este el j-ésimo más grande de los a_i.

Los números neutrosóficos se pueden expresar en la lógica neutrosófica como se muestra en [41], [42], [29, 43]:

Sean

$N = \{(T, I, F) : T, I, F \subseteq [0, 1]\}n,$

Un valor neutrosófico es un mapeo de un grupo de fórmulas proporcionales a N , a partir de cada sentencia p se tiene [44], [31], [45]:

$$v\,(p) = (T, I, F) \quad (2)$$

Donde:

T: representa la dimensión del espacio que representa la verdad,

I: representa la falsedad,

F: representa la indeterminación.

Matemáticamente se puede definir un operador OWA Neutrosófico como una 2-tupla (W,B) tal como representa la ecuación 3.

$$F(a_1, a_2..a_n) = {W_{(T,I,F)}}^t B_{(T,I,F)} \quad (3)$$

Donde:

W: es el vector OWA de peso asociado con la agregación que posee un espacio de verdad, falsedad e indeterminación (T, I, F).

B: es el vector agregado ordenado, donde el j-ésimo más grande componente de B es b_j siendo este el j-ésimo más grande de los a_i, que posee un espacio de verdad, falsedad e indeterminación (T, I, F).

El método propuesto basa el proceso de agregación mediante el operador OWA para números neutrosóficos.

Actividad 4 generación de las evaluaciones:

Una vez agregada la información, se obtiene como resultado las evaluaciones derivadas del proceso, representan las informaciones de salida del método.

4 implementación del método para la determinación del índice de promoción de la cultura jurídica

La presente sección describe un ejemplo para la ejemplificación de los resultados en el cual es posible aplicar el método propuesto. El estudio se realiza sobre una institución de la educación superior *la* Universidad Regional Autónoma de los Andes del Ecuador. El ejemplo presenta los elementos fundamentales sintetizados para facilitar la comprensión de los lectores.

A continuación, se describen los principales elementos del método implementado

Etapa 1: definición de los indicadores evaluativos.

Durante el proceso de obtención de información para la definición de los indicadores evaluativos, se obtuvo como resultado. La Tabla 1 muestra los criterios obtenidos.

Tabla 1: Indicadores evaluativos.

Criterios	Descripción
C_1	Dominio con experiencia e idoneidad la especialidad del trabajo
C_2	Posesión o acceso a una consistente formación pedagógica que les permitan comprender y facilitar la formación
C_3	Conocimiento de estrategias didácticas
C_4	Capacitación al estilo de muchos de los programas de capacitación docente de las facultades de derecho
C_5	Inclusión de elementos fundamentales la inserción institucional
C_6	Gestión de estrategias realistas adaptables a las circunstancias y acontecimientos cambiantes
C_7	Evaluaciones docentes

Actividad 2 determinación de los pesos asociados a los indicadores:

Con el empleo de un enfoque mutiexperto, se determinan los pesos atribuidos a casa criterios. Para el proceso se consultaron cinco expertos los cuales emitieron sus valoraciones. Como resultado final se obtuvieron los vectores de pesos asociados a cada indicador. La tabla 2 muestra los resultados obtenido después de la agregación de los resultados emitidos por los expertos.

Tabla 2: Vectores de pesos asociados a los indicadores.

Criterio	W (T, I, F)
C_1	[0.97, 0.25,0.15]
C_2	[0.75, 0.15,0.10]
C_3	[0.85, 0.12,0.10]
C_4	[0.97, 0.25,0.10]
C_5	[0.65, 0.30,0.25]
C_6	[0.55, 0.25,0.25]
C_7	[0.80, 0.25,0.20]

Etapa 2: Implementación del análisis estático.

Actividad 3 agregación de las informaciones:

A partir del procesamiento que se realiza de entre los vectores de pesos asociados de los indicadores y las preferecias obtenidas de la institución utilizada en el caso de estudio se realiza el proceso de agregación de información a partir de lo expresado en la ecuación 3. Para el proceso de agregación se realiza un ordenamiento de los indicadores evaluativos. La Figura 2 muestra una imagen que ilustra el proceso de ordenamiento de los criterios y vectores para la inferencia.

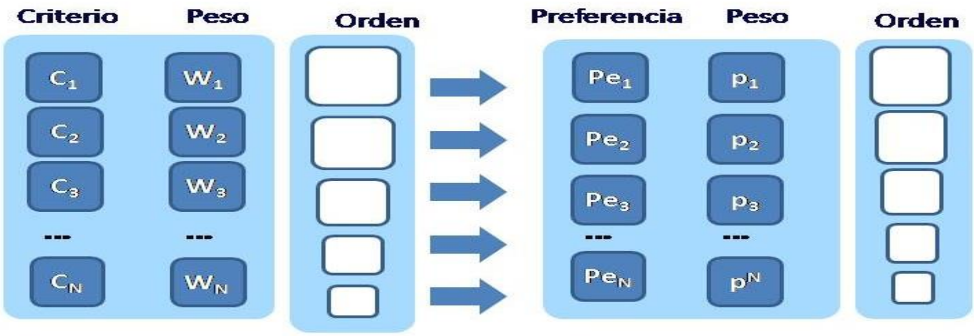


Figura 2: Proceso de ordenamiento de los criterios y vectores de pesos

La tabla 3 presenta el resultado de los valores obtenidos durante el proceso de agregación.

Tabla 3: Resultado del proceso de agregación.

Criterio	Pesos	Preferencias	Agregación
C_1	[0.97, 0.25,0.15]	[0.95, 0.10,0.15]	[0,9215, 0.10,0.15]
C_2	[0.75, 0.15,0.10]	[0.85, 0.10,0.10]	[0,7275, 0.10,0.15]
C_3	[0.85, 0.12,0.10]	[0.75, 0.12,0.10]	[0,6375, 0.10,0.15]
C_4	[0.97, 0.25,0.10]	[0.75, 0.10,0.10]	[0,2, 0.10,0.15]
C_5	[0.65, 0.30,0.25]	[0.55, 0.15,0.10]	[0,6375, 0.15,0.15]
C_6	[0.55, 0.25,0.25]	[0.75, 0.20,0.15]	[0,3575, 0.27,0.20]
C_7	[0.80, 0.25,0.20]	[0.25, 0.25,0.10]	[0,4125, 0.10,0.15]
Index			[0,556, 0.10,0.15]

Actividad 4 generación de las evaluaciones:

A partir del análisis referido de los datos de la tabla 4 se genera una evaluación donde se identifica un índice de incidencia de promoción de la cultura jurídica de un 0.56 representando un bajo índice de implementación a partir de lo que es posible definir que constituyente esta área un línea de trabajo fundamental para la formación de los docentes.

Conclusiones

El trabajo presentó un método para la determinación del índice de promoción de la cultura jurídica mediante un enfoque multicriterio. El funcionamiento se nutrió sobre la representación de números neutrosóficos para modelar la incertidumbre.

El método se nutrió del empleo de operador OWA con números Neutrosóficos de Valor Único para la representación de la incertidumbre sobre la promoción de la cultura jurídica. Mediante el desarrollo de su inferencia se posibilitó la evaluación de la promoción de la cultura jurídica. Se recomienda el empleo de etiquetas lingüísticas para mejorar la interpretabilidad de los datos entrados.

A partir de la identificación de las limitaciones y debilidades encontradas en las universidades objeto de estudio, debido a profesionales del derecho que no tienen esta formación pedagógica, conllevado a plantearse una serie de consideraciones con la finalidad de superar estos obstáculos que afectan a la formación del futuro profesional.

Referencias

[1] M. E. R. Arteaga, "Calidad Educación Superior de Cara al Desarrollo," *Joven Educador*, 2018.

[2] L. Ruiz, G. T. Martínez, and D. G. Céspedes, "Desafíos de la educación superior. Consideraciones sobre el Ecuador," *INNOVA Research Journal*, pp. 8-16, 2018.

[3] V. F. V. Briones, "Calidad en la educación superior. caso ecuador," *Atenas*, vol. 1, no. 41, pp. 165-180, 2018.

[4] S. Varea, and M. Coral, "Calidad en la educación superior," 2017.

[5] C. G. A. Peña, and C. K. L. F. Rodríguez, "El sistema de educación superior ecuatoriano visto desde los principios de pertinencia y calidad," *Universidad y Sociedad,* vol. 9, no. 5, pp. 46-53, 2017.

[6] S. F. V. Vinueza, and V. P. S. Gallardo, "Impacto de las TIC en la Educación Superior en el Ecuador," *Revista Publicando,* vol. 4, no. 11 (1), pp. 355-368, 2017.

[7] J. E. Ricardo, N. B. Hernández, G. R. Zumba, M. C. V. Márquez, and B. W. O. Ballas, "EL ASSESSMENT CENTER PARA LA EVALUACIÓN DE LAS COMPETENCIAS ADQUIRIDAS POR LOS ESTUDIANTES DE NIVEL SUPERIOR," *Investigación Operacional,* vol. 40, no. 5, pp. 638-643, 2019.

[8] N. B. Hernández, and N. V. Izquierdo, "FORMACIÓN INTEGRAL EN EL PROCESO EDUCATIVO DEL ESTUDIANTE DE PREUNIVERSITARIO," *Opuntia Brava,* vol. 9, no. 2, pp. 22-28, 2017.

[9] M. Rodríguez-Cruz, "Construir la interculturalidad. Políticas educativas, diversidad cultural y desigualdad en Ecuador," *Íconos. Revista de Ciencias Sociales*, no. 60, pp. 217-236, 2018.

[10] M. G. A. Bolaños, and L. E. V. Cruzaty, "La Internacionalización, una perspectiva para mejorar la calidad de la educación superior en el Ecuador," *Revista Ciencias Pedagógicas e Innovación,* vol. 6, no. 2, pp. 61-69, 2018.

[11] M. A. Bolaños, "La Gestión de la Autoevaluación como variable para el aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior en el Ecuador," *" Carácter" Revista Cientifica de la Universidad Del Pacifico ISSN 2602-8476,* vol. 6, no. 1, 2018.

[12] X. Vélez-Clavo, R. Tárraga-Mínguez, M. I. Fernández-Andrés, and P. Sanz-Cervera, "Formación inicial de maestros en Educación Inclusiva: una comparación entre Ecuador y España," *Revista de Educación Inclusiva,* vol. 9, no. 3, 2017.

[13] J. I. Herrera, Á. Parrilla, A. Blanco, and G. Guevara, "La formación de docentes para la educación inclusiva. Un reto desde la Universidad Nacional de Educación en Ecuador," *Revista latinoamericana de educación inclusiva,* vol. 12, no. 1, pp. 21-38, 2018.

[14] J. E. Ricardo, D. A. C. Vera, J. d. R. V. Galeas, and V. A. R. Jacomé, "Participación de los estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje en la educación superior de Ecuador," *Revista Magazine de las Ciencias. ISSN 2528-8091,* vol. 1, no. 2, pp. 35-50, 2016.

[15] O. Abreu, M. C. Gallegos, J. G. Jácome, and R. J. Martínez, "La Didáctica: Epistemología y Definición en la Facultad de Ciencias Administrativas y Económicas de la Universidad Técnica del Norte del Ecuador," *Formación universitaria,* vol. 10, no. 3, pp. 81-92, 2017.

[16] P. J. E. Ricardo, and P. B. N. M. Roca, "LA PEDAGOGÍA COMO INSTRUMENTO DE GESTIÓN SOCIAL."

[17] C. Torres, and R. del Carmen, "Evaluación del desempeño docente y su relación con la enseñanza-aprendizaje del área de Estudios Sociales en los estudiantes de Educación General Básica de la Escuela "Ciudad de Loja" del cantón Las Lajas, Ecuador, periodo 2014-2015," 2016.

[18] O. Mar, and B. Bron, "Base Orientadora de la Acción para el desarrollo de prácticas en un Sistema de Laboratorios a Distancia " *Revista Científica,* vol. 2, no. 29, pp. 140-148, 2017.

[19] V. Ochoa, F. Y. V. Jaramillo, and G. A. O. Hidalgo, "Estrategias metodológicas para mejorar la enseñanza aprendizaje del educando de la carrera de contabilidad y auditoría del Ecuador." pp. 212-219.

[20] J. C. C. Chisag, R. H. M. Pulloquinga, J. A. G. Romero, and M. I. S. Semblantes, "El aprendizaje y las tecnologías de información y comunicación en la educación superior en Ecuador," *RECIMUNDO: Revista Científica de la Investigación y el Conocimiento,* vol. 3, no. 1, pp. 1340-1352, 2019.

[21] M. G. G. Guerrero, "Del paradigma de la enseñanza al paradigma del aprendizaje: un programa de capacitación docente, su influencia en los profesores y en el aprendizaje de los estudiantes de la Universidad del Azuay (Cuenca-Ecuador)," Universitat de València, 2017.

[22] J. X. I. Quintana, L. X. C. Oña, and E. M. Maliza, "Cultura y educación superior en la formación en jurisprudencia en la Uniandes, extensión Riobamba, Ecuador," *Amauta,* vol. 17, no. 33, pp. 9-22, 2019.

[23] R. P. Padilla, and J. F. Espín, "La carrera de Derecho en Ecuador: Análisis de los planes de estudio en el 2018," *Revista Pedagogía Universitaria y Didáctica del Derecho,* vol. 5, no. 2, pp. 9-30, 2018.

[24] M. M. Gómez, P. R. Vargas, and J. C. Mayorga, "Gestión integral de emprendimiento y su incidencia en las Instituciones de Educación Superior del Ecuador."

[25] O. M. Cornelio, P. M. P. Díaz, and B. B. Fonseca, "Estrategia metodológica para disminuir el impacto medioambiental de la tecnología obsolescente," *REFCalE: Revista Electrónica Formación y Calidad Educativa. ISSN 1390-9010,* vol. 5, no. 2, pp. 99-118, 2017.

[26] B. M. Acuña, "EL ÁMBITO OBJETIVO DE LA JUSTICIA ADMINISTRATIVA EN EL DERECHO ECUATORIANO," *Revista General de Derecho Administrativo*, no. 44, pp. 7, 2017.

[27] J. E. Ricardo, M. A. V. Coloma, A. T. C. Maldonado, and L. A. C. Hurtado, "Reflexiones acerca de la pertinencia e impacto de la educación superior en Ecuador desde su perspectiva actual," *Revista Órbita Pedagógica. ISSN 2409-0131,* vol. 3, no. 3, pp. 81-92, 2016.

[28] G. D. V. Arroyo, A. S. Trujillo, and J. L. Toranzo, “El derecho ambiental y la educación para la salud de los estudiantes universitarios,” *Opuntia Brava,* vol. 10, no. 4, pp. 236-245, 2018.

[29] O. Mar, I. Santana, and J. Gulín, “Algoritmo para determinar y eliminar nodos neutros en el Mapa Neutrosófico Cognitivo,” *Neutrosophic Computing and Machine Learning,* vol. 8, pp. 4-11, 2019.

[30] J. E. Ricardo, and K. de Mora Litardo, “La influencia de la programación neurolingüística en estudiantes universitarios en la República de Ecuador,” *LUZ,* vol. 16, no. 1, pp. 104-113, 2017.

[31] M. Leyva-Vázquez, F. Smarandache, and J. E. Ricardo, “Artificial intelligence: challenges, perspectives and neutrosophy role.(Master Conference),” *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valore,* vol. 6, no. Special, 2018.

[32] J. Montero, D. Gómez, V. López, R. Tinguaro, and V. Begoña, “Sobre funciones y reglas de agregación,” *XV Congreso Español Sobre Tecnologías y Lógica Fuzzy*, 2010.

[33] R. Mesiar, L. Šipeky, P. Gupta, and J. LeSheng, “Aggregation of OWA operators,” *IEEE Transactions on Fuzzy Systems,* vol. 26, no. 1, pp. 284-291, 2017.

[34] O. Mar, I. Santana, and J. Gulín, “Competency assessment model for a virtual laboratory system and distance using fuzzy cognitive map,” *Revista Investigación Operacional* vol. 38, no. 2, pp. 170-178, 2017.

[35] J. M. Merigó, D. Palacios-Marqués, and P. Soto-Acosta, “Distance measures, weighted averages, OWA operators and Bonferroni means,” *Applied Soft Computing,* vol. 50, pp. 356-366, 2017.

[36] O. U. Lenz, D. Peralta, and C. Cornelis, “Scalable approximate FRNN-OWA classification,” *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 2019.

[37] O. Mar, and J. Gulín, “Model for the evaluation of professional skills in a remote laboratory system,” *Revista científica,* vol. 3, no. 33, pp. 332-343, 2018.

[38] I. I. Orozco Fernández, and J. Estupiñán Ricardo, “Atención a la diversidad como premisa de la formación del profesional en comunicación social,” *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores,* vol. 6, no. 1, 2018.

[39] R. R. Yager, “OWA aggregation with an uncertainty over the arguments,” *Information Fusion,* vol. 52, pp. 206-212, 2019.

[40] M. L. VÁZQUEZ, N. B. HERNANDEZ, and F. SMARANDACHE, *MÉTODOS MULTICRITERIOS PARA DETERMINACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DE LA GESTIÓN PÚBLICA Y EL ANÁLISIS DE LA TRASPARENCIA*: Infinite Study.

[41] H. Wang, F. Smarandache, R. Sunderraman, and Y. Q. Zhang, *Interval Neutrosophic Sets and Logic: Theory and Applications in Computing: Theory and Applications in Computing*: Hexis, 2005.

[42] Y. Wang, and Y. Deng, “OWA aggregation of multi-criteria with mixed uncertain fuzzy satisfactions,” *arXiv preprint arXiv:1901.09784*, 2019.

[43] N. B. Hernández, C. E. N. Luque, C. M. L. Segura, M. d. J. R. López, J. A. C. Hungria, and J. E. Ricardo, “LA TOMA DE DECISIONES EN LA INFORMÁTICA JURÍDICA BASADO EN EL USO DE LOS SISTEMAS EXPERTOS,” *Investigación Operacional,* vol. 40, no. 1, pp. 131-139, 2019.

[44] F. Smarandache, S. Broumi, P. K. Singh, C.-f. Liu, V. V. Rao, H.-L. Yang, I. Patrascu, and A. Elhassouny, "Introduction to neutrosophy and neutrosophic environment," *Neutrosophic Set in Medical Image Analysis*, pp. 3-29: Elsevier, 2019.

[45] M. L. Vázquez, and F. Smarandache, *Neutrosofía: Nuevos avances en el tratamiento de la incertidumbre*: Infinite Study, 2018.

Received: noviembre 06, 2019. Accepted: enero 14, 2020

Metodología para la determinación de oportunidades en la aplicación de pruebas de Software Microsoft Solutions Framework mediante números neutrosóficos

Hans Daniel Zambrano Campi[1] . Angel Braulio Martinez Vasquez[2] , Vladimir Vega Falcón PhD[3] , Silvia Patricia Chiriboga Velasco[4]

[1] Docente, Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ecuador. E-mail: ub.hanszambrano@uniandes.edu.ec
[2] Analista, Asociación Latinoamericana de Ciencias Neutrosóficas, Ecuador. E-mail: vasmarti10@gmail.com
[3] Analista, Investigación Uniandes Ambato, Ecuador. E-mail: ua.vladimirvega@uniandes.edu.ec
[4] Docente, Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Sede Babahoyo, Ecuador. E-mail: ub.silviapcv.caula@uniandes.edu.ec

Resumen: Para las empresas de desarrollo de software, decidir que metodología de desarrollo utilizar al comenzar un proyecto, constituye en muchos casos una tarea importante a realizar. La selección de metodología de desarrollo puede ser modelado como un problema de toma de decisiones. En el presente artículo describe una propuesta de selección de metodología mediante números neutrosóficos a partir de lo cual se decide la propuesta de metodología de desarrollo.

Keywords: Metodologías Ágiles, MSF, Pruebas.

1 Introducción

Las metodologías ágiles son un tema ya establecido en la ingeniería de software que han suscitado interés y aceptación en su aplicación en proyectos de poca duración y con requisitos cambiantes, el esquema tradicional exige una definición rigurosa de roles, actividades y artefactos acompañado de un modelado y documentación detallada [1]. *The Agile Allianc*e, es una organización, sin ánimo de lucro, dedicada a promover los conceptos relacionados con el desarrollo ágil de software y ayudar a las organizaciones para que adopten dichos conceptos. El punto de partida fue el Manifiesto Ágil, un documento que resume la filosofía ágil [2], [3].

Según el Manifiesto se valora al individuo y las interacciones del equipo de desarrollo sobre el proceso y las herramientas. Las personas son el principal factor de éxito de un proyecto software. Es más importante construir un buen equipo que construir el entorno. Muchas veces se comete el error de construir primero el entorno y esperar que el equipo se adapte automáticamente. Es mejor crear el equipo y que éste configure su propio entorno de desarrollo en base a sus necesidades[4], [5].

Desarrollar software que funciona, más que conseguir una buena documentación. La regla a seguir es no producir documentos a menos que sean necesarios de forma inmediata para tomar una decisión importante. Estos documentos deben ser cortos y centrarse en lo fundamental. La colaboración con el cliente más que la negociación de un contrato. Se propone que exista una interacción constante entre el cliente y el equipo de desarrollo. Esta colaboración entre ambos será la que marque la marcha del proyecto y asegure su éxito.

Responder a los cambios, más que seguir estrictamente un plan [6], [7]. La habilidad de responder a los cambios que puedan surgir a lo largo del proyecto (cambios en los requisitos, en la tecnología, en el equipo, etc.) determina también el éxito o fracaso del mismo. Por lo tanto, la planificación no debe ser estricta sino flexible y abierta.

Los valores anteriores inspiran los doce principios del manifiesto. Son características que diferencian un proceso ágil de uno tradicional. Los dos primeros principios son generales y resumen gran parte del espíritu ágil. El resto tienen que ver con el proceso a seguir y con el equipo de desarrollo, en cuanto a metas a seguir y organización del mismo. Los principios son:

La prioridad es satisfacer al cliente mediante tempranas y continuas entregas de software que le aporte un valor.

- Dar la bienvenida a los cambios. Se capturan los cambios para que el cliente tenga una ventaja competitiva.
- Entregar frecuentemente software que funcione desde un par de semanas a un par de meses, con el menor intervalo de tiempo posible entre entregas.
- El equipo del negocio y los desarrolladores deben trabajar juntos a lo largo del proyecto.
- Construir el proyecto en torno a individuos motivados. Darles el entorno y el apoyo que necesitan y

confiar en ellos para conseguir finalizar el trabajo.
- El diálogo cara a cara es el método más eficiente y efectivo para comunicar información dentro de un equipo de desarrollo.
- El software que funciona es la medida principal de progreso.
- Los procesos ágiles promueven un desarrollo sostenible. Los promotores, desarrolladores y usuarios deberían ser capaces de mantener una paz constante.
- La atención continua a la calidad técnica y al buen diseño mejora la agilidad.
- La simplicidad es esencial.
- Las mejores arquitecturas, requisitos y diseños surgen de los equipos organizados por sí mismos.
- En intervalos regulares, el equipo reflexiona respecto a cómo llegar a ser más efectivo, y según esto ajusta su comportamiento.

Tabla 1 Comparación entre metodologías ágiles y "pesadas"

Metodología ágil	Metodología tradicional
Basada en heurísticas proveniente de prácticas de producción de códigos	Basadas en normas proveniente de estándares seguidos por el entorno de desarrollo.
Especialmente preparados para cambios durante el proyecto	Cierta resistencia a los cambios
Impuestas internamente por el equipo	Impuestas externamente
Proceso menos controlado, con pocos principios	Proceso mucho más controlado, con numerosas políticas y normas
No existe contrato tradicional o al menos bastante flexible	Existe un contrato prefijado
Grupos pequeños (-10 integrantes) y trabajando en el mismo sitio	Grupos grandes y posiblemente distribuido
Pocos artefactos	Más artefactos
Pocos roles	Más roles
Menos énfasis en la arquitectura del software	La arquitectura del software es esencial y se expresa mediante modelos

2 Preliminares

La sección presenta las bases teóricas para la comprensión de la propuesta de investigación. Describe *Microsoft Solutions Framework* para el desarrollo de aplicaciones ágiles. Introduce la teoría asociada sobre los probadores de software, las pruebas de validación. Finalmente, describe los números neutrosóficos en el contexto de la presente investigación para la selección de la metodología.

2.1 Microsoft Solutions Framework

Microsoft Solutions Framework (MSF) para el Desarrollo de Aplicaciones Ágiles, es la propuesta de Microsoft para el desarrollo de aplicaciones usando una metodología ágil; la cual incorpora prácticas para manipular los requerimientos de calidad de servicio (QoS), tales como rendimiento y seguridad [8], [9].

Las fases del MSF son las siguientes:

Fase 1 - Estrategia y alcance

Fase 2 - Planificación y Prueba de Concepto

Fase 3 - Estabilización

Fase 4 – Despliegue

Los roles en MSF Ágil

En el modelo de equipo de MSF no hay jerarquías, todos son igual de importantes.

Roles:

- Analista de negocios
- Jefe de proyecto
- Arquitecto
- Desarrollador
- Personal de pruebas
- Personal de despliegue
- Usuarios experimentados

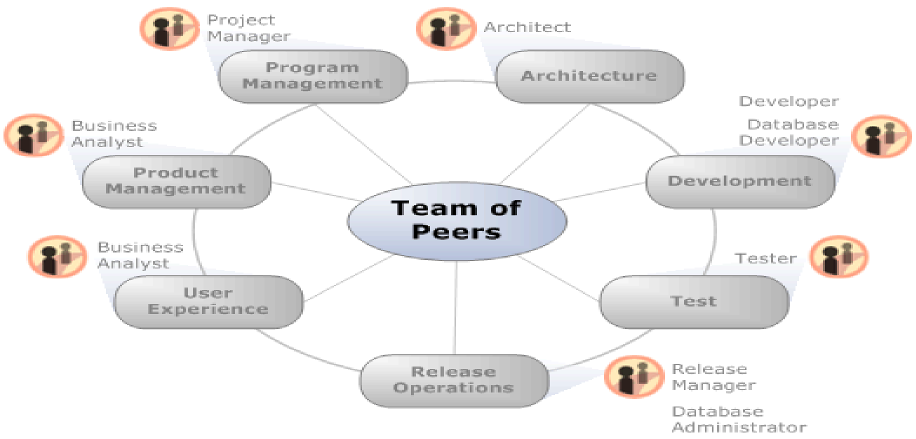


Figura 1: Roles en MSF para el Desarrollo de Aplicaciones Ágiles

Este equipo de especialistas, con roles diferentes, se reúne en representación de todos los miembros implicados con la producción, uso y mantenimiento del producto. Cada integrante del equipo, o cada rol, es responsable de representar las necesidades específicas de todos los miembros de su grupo y ninguno es más importante que otro. Estas reuniones proporcionan los balances y chequeos necesarios para garantizar que se produzca una verdadera solución. La figura 1 muestra la composición del equipo de especialistas.

2.2 Probadores de Software

El personal de pruebas se encarga del área de pruebas en MSF *Team Model*. Su objetivo principal es encontrar y comunicar los problemas del producto que podrían afectar negativamente a su valor. El personal de pruebas debe comprender el contexto del proyecto y ayudar a otras personas a basar sus decisiones en dicho contexto. Un objetivo clave del personal de pruebas es localizar los errores significativos que presenta el producto durante la fase de pruebas e informar consecuentemente. Una vez que se encuentra un error, también corresponde al personal de pruebas comunicar con exactitud sus consecuencias y describir las soluciones temporales que reducirían su impacto. Deben redactar descripciones de los errores y de los pasos necesarios para reproducirlos, fáciles de comprender y de seguir. También participan con el resto del equipo en la definición de los estándares de calidad para el producto. El propósito de las pruebas es comprobar si las funciones conocidas desempeñan su labor correctamente y descubrir nuevos problemas.

El flujo de trabajo del personal de pruebas es el siguiente:

- Análisis
- Cerrar errores
- Desarrollo de la documentación
- Establecimiento de los entornos de prueba
- Establecimiento del proceso del proyecto
- Lanzamiento del producto
- Prueba de un requisito del cliente
- Comprobación de un requisito del producto

2.3 Probadores de escenarios

Un escenario es dividido en tareas de prueba y tareas de desarrollo y los probadores son los encargados de desarrollar y ejecutar los casos de prueba. La asignación de un escenario para poner a prueba, indica que la funcionalidad ha sido integrada a una estructura y está lista para ser probada [10], [11]. Validar que una estructura refleja la funcionalidad prevista en el escenario, requiere una comprensión del escenario y sus condiciones del límite; por lo que las pruebas de validación deben escribirse de forma que cubran la funcionalidad completa, así como la condición de límite del escenario y serán ejecutadas mientras se reporten *bugs*

¿Qué hacer para probar escenarios?

MSF plantea un conjunto de actividades que se deben realizar para probar escenarios:

Definir aproximación de prueba

Una aproximación de prueba es una estrategia que guía el plan de prueba y su ejecución, a la vez que determina los modelos de calidad para empaquetar el producto [12], [13]. Las actividades de aproximación de prueba son un punto de arranque para el plan de prueba anticipado del proyecto, pero evoluciona y cambia con este. Una aproximación de prueba debe incluir una mezcla de técnicas, incluyendo el manual y las pruebas automatizadas y antes de cada iteración, el documento de aproximación de prueba debe ponerse al día para reflejar las metas de la comprobación de la iteración y los datos de prueba que serán empleados.

Las sub-actividades definidas para esta actividad son:

- Determinar el contexto del proyecto: Se identifican los riesgos del proyecto y los usuarios que estos podrían afectar, así como las situaciones especiales que podrían impactar el nivel de comprobación necesario. Debe determinarse lo que está en riesgo y su impacto, en caso de que el producto falle.
- Determinar la misión de la prueba: Se identifican las metas del proyecto a ser satisfechas a través de las pruebas, consultando con el arquitecto y analista de negocio en las incertidumbres técnicas y riesgos del usuario.
- Evaluar posibles técnicas de prueba: Se deben evaluar las herramientas disponibles para realizar pruebas, tanto como las habilidades del equipo de prueba, a fin de determinar las técnicas de pruebas posibles y apropiadas para el proyecto.
- Definir métricas de la prueba: Se debe usar el contexto del proyecto, misión de la prueba, y técnicas de prueba para determinar las métricas de prueba. Estas métricas incluirán los umbrales para los varios tipos de pruebas (carga, rendimiento, etcétera) o el porcentaje de pruebas automatizadas.

2.4 Pruebas de validación

Las pruebas de validación aseguran la funcionalidad del sistema, toman una vista de “caja negra” de la aplicación y se concentra en las áreas más importante para el usuario final con el objetivo de chequear la funcionalidad se corresponde con lo escrito en el escenario [14], [15]. Escribir los casos de pruebas para las pruebas de validación ayuda a los probadores a identificar problemas usando mecanismos de prueba que imitan el mundo real.

Para escribir una prueba de validación debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Identificar el área y ambiente de prueba: Aísle el área dónde se correrá la prueba. Las pruebas de iteración son el conjunto de casos de prueba automatizados que corren después de las pruebas de validación de funcionalidad. Sin embargo, una funcionalidad no tiene que pasar esta prueba para ser exitosa. Las pruebas pueden correrse como parte de las pruebas de iteración si son automatizadas.
- Identificar los detalles del flujo de los casos de prueba: Identifique los datos de prueba requeridos para cada caso de prueba, apoyándose en el informe de aproximación de prueba, así como, las restricciones y condiciones de límite para los casos de pruebas requeridos en las tareas de prueba. Chequee si los casos de prueba pueden automatizarse e identifique los pasos procesales para el flujo del escenario.
- Escribir casos de prueba: Escriba la documentación de las pruebas para los manuales de casos de prueba y los casos de pruebas automatizadas para las pruebas de iteración.
- Otras actividades a ejecutar son: la selección de un caso de prueba para correrlo, descubrir posible bug y realizar pruebas exploratorias se refiere en el punto dedicado a las pruebas de los requerimientos de calidad de servicio.

2.5 Números neutrosóficos para la determinación de oportunidades en la aplicación de pruebas

La determinación de oportunidades en la aplicación de pruebas software puede ser modelado como un problema de toma de decisión multicriterio [16, 17]. A partir del cual se poseen un conjunto de alternativas que representan las pruebas de desarrollo de software $A = \{A_1, \ldots A_n\},\ n \geq 2$; las cuales se les realizan una valoración a partir del conjunto de criterios $C = \{C_1, \ldots C_m\},\ m \geq 2$ que caracterizan el proyecto.

La solución está definida con una espectro que representa la preferencia verdadera de usar un tipo de prueba con un grado de falsedad y un grado de negación. Problema de esta naturaleza han sido modelados como un problema neutrosófico.

La neutrosofía permite la representación de la neutralidad, fue propuesta por Smarandache [18]. Representa las bases para una serie de teorías matemáticas que generalizan las teorías clásicas y difusas tales como los conjuntos neutrosóficos y la lógica neutrosófica. Un número neutrosófico (N) se representa de la siguiente forma [19]: sean $N = \{(T, I, F) : T, I, F \subseteq [0, 1]\}n$, una valuación neutrosófica es un mapeo de un grupo de fórmulas proporcionales a N , esto es que por cada sentencia p se tiene:

$$v\,(p) = (T, I, F) \qquad (1)$$

Donde:

T: representa la dimensión del espacio que representa la verdad,

I: representa la falsedad,

F: representa la indeterminación.

Una valuación neutrosófica es un mapeo de un grupo de fórmulas proporcionales a N , donde por cada sentencia p se tiene:

$$v\ (p)\ =\ (T, I, F)$$

3 Implementación de pruebas sobre la calidad del servicio

Para validar que una estructura refleja las restricciones previstas en los requerimientos de calidad de servicio, se necesita conocimiento más allá de la restricción y que las pruebas de rendimiento, seguridad, esfuerzo y carga sean completadas y ninguna sea bloqueada. MSF plantea un conjunto de actividades que se deben realizar para probar los requerimientos de calidad de servicio: La aproximación de prueba ya fue descrita cuando tratamos las pruebas de escenarios, en la que se decía que es el paso que precede a la creación del plan de pruebas. El plan de pruebas permite especificar lo que desea probar y cómo ejecutar y medir el progreso de dichas pruebas [20]. La figura muestra 2 muestra las actividades fundamentales durante la planificación del plan de pruebas.



Figura 1: Actividades durante la etapa de pruebas.

Para definir una prueba de rendimiento hay que realizar las siguientes sub-actividades:

Entender el objetivo de la prueba

Especificar la configuración de la prueba: Las variables de configuración incluyen el hardware, sistema operativo, software y otras características cuyo uso es importante para ejecutar las pruebas. Cada configuración de pruebas puede representar una entrada de la matriz de pruebas. Ver figura 3.

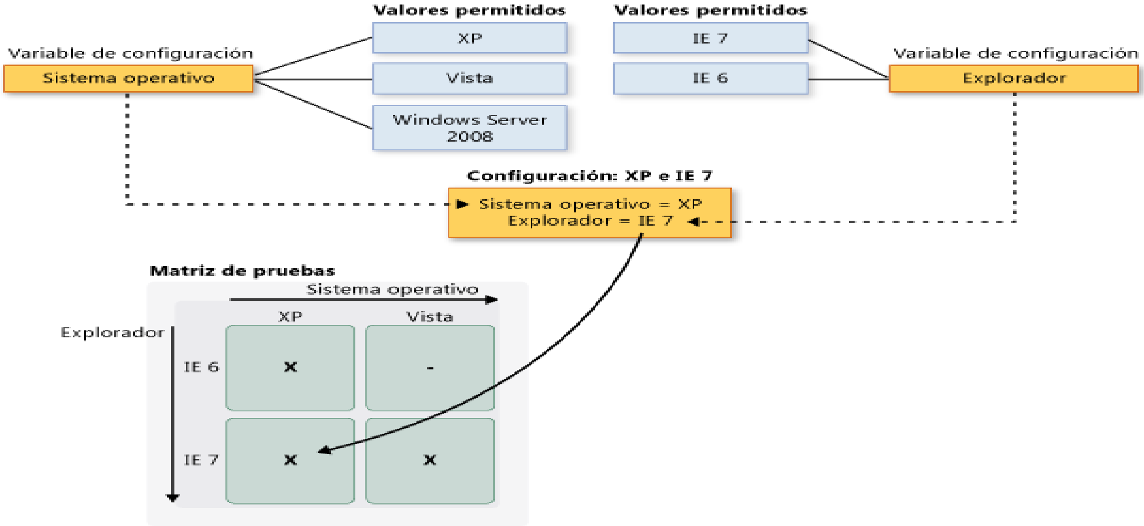


Figura 2: Variables de configuración de pruebas.

Diseñar la prueba: Se deben mapear las condiciones de prueba incluidos los requisitos previos y el escenario programado que debe ser revisado para determinar en qué áreas pueden ser crítico el rendimiento.

Las pruebas de seguridad o pruebas de penetración emplean las amenazas encontradas en el proceso de modelado de amenazas para simular un intento del adversario para atacar el producto. Esta forma de prueba se puede dividir en tres partes: exploración, identificación del defecto y la explotación. Las pruebas de penetración pueden descubrir nuevas vulnerabilidades que se convierten en requisitos de seguridad o errores en el intento de bloquear los puntos de entrada y el posterior acceso a los activos.

Esta forma de prueba requiere habilidades especiales de poder pensar y actuar como el adversario. Las pruebas de esfuerzo determinan puntos de rotura de una aplicación y pone la aplicación más allá de su límite superior en que los recursos están saturados. Se utilizan para identificar los límites superiores de carga de la aplicación donde la respuesta de aplicación se ha degradado a un nivel inaceptable o ha fracasado completamente.

Una prueba de esfuerzo es un tipo de prueba de rendimiento. Pueden ser utilizadas para predecir comportamiento de las aplicaciones y para validar la estabilidad de una aplicación y la fiabilidad mediante la ejecución de las pruebas de carga durante un período prolongado de tiempo.

Una prueba de carga es otro tipo de prueba de rendimiento. Las pruebas de carga ayudan a asegurar que la solicitud cumple con sus requisitos de calidad de servicio bajo condiciones de carga. Al ejecutar pruebas de carga, es común que se centre en las áreas de alto tráfico, el 20% de la aplicación que se utiliza el 80% del tiempo.

El testing exploratorio es una forma sistemática de realizar pruebas de un producto el objetivo es descubrir nuevos escenarios o nuevos requerimientos de calidad de servicio. Es importante definir un rango de tiempo límite para la prueba y llevar una bitácora.

Otras dos actividades a realizar por los probadores son: Seleccionar y ejecutar un caso de prueba y descubrir un bug.

7 Principales resultados

La presente sección describe un ejemplo para demostrar la aplicabilidad del método propuesto en un caso de selección del tipo de prueba. El ejemplo presenta los elementos fundamentales sintetizados para facilitar la comprensión de los lectores. Los principales criterios valorativos que se tuvieron en cuenta para la selección de la prueba estuvieron compuestos por los siguientes 5 indicadores:

c_1 Redundancia,

c_2 Complejidad,

c_3 Dinamismo,

c_4 Especialización,

c_5 Personal.

Paso 4. Determinación los pesos de los criterios evaluativos.

A partir de la consulta realizada a expertos se obtuvieron los vectores de importancia W atribuidos a cada indicador. La Tabla 1 muestra los valores resultantes de la actividad.

Tabla 1: Pesos determinado para los indicadores.

Indicadores	**Pesos W**
1	0.63
2	0.85
3	0.74
4	0.88
5	0.94

Se realiza un procesamiento de las evaluaciones sobre el cumplimiento de los criterios.

A partir de las evaluaciones expresadas por los expertos sobre el comportamiento de los indicadores en el caso de estudio se obtienen las preferencias promediadas por indicadores tal como expresa la Tabla 2.

Tabla 2: Resultado de las preferencias.

Criterios	**C1**	**C2**	**C3**	**C4**	**C5**
Evaluación	MD	M	MA	B	B

A partir del resultado de las preferencias se obtuvo un vector de preferencia tal como se expresa:

S=[0.80, 0.7, 0.84, 0.75, 0.66]

Finalmente, para el caso de estudio se obtuvo una evaluación general: $\mathrm{E} = 0.75$

El resultado expresa que la recomendación se produce hacia la utilización de pruebas dinámicas.

A partir de la selección de la prueba dinámica, se inicia el proceso de prueba.

Para el caso específico de las pruebas se puede decir que MSF Ágil concede gran importancia a las pruebas y permite un aprovechamiento de las herramientas integradas al Visual Studio (VS), aunque pueden emplearse otras herramientas.

Las pruebas pueden ejecutarse dentro y fuera del VS.Net .

Internamente: Test Manager y Test Results

Externamente: MSBuild (script)

VS Team Suite permite la creación de Work Items (tasks y/o bugs) asociados a la ejecución de las pruebas

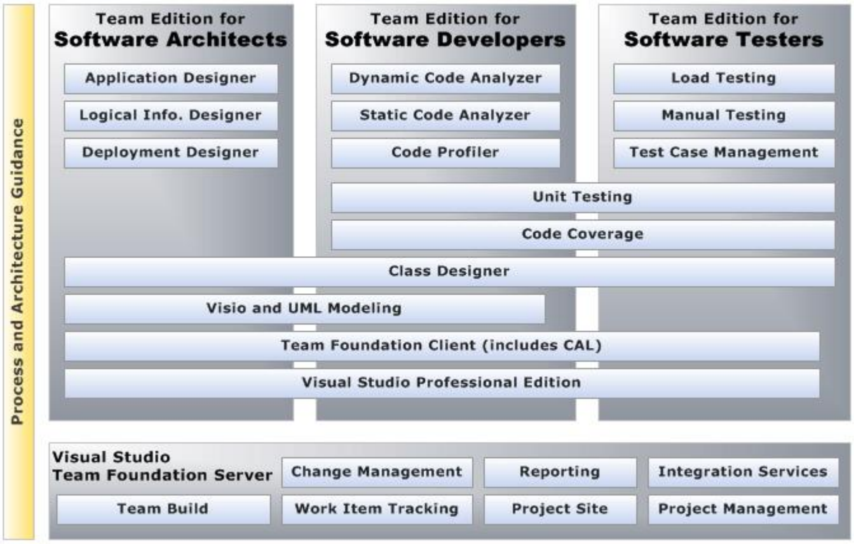


Figura 4: Visual Studio Team Suite como herramienta de soporte

VSTS dispone de funcionalidades para la realización de pruebas de aplicaciones Web. Desde Visual Studio se puede realizar la grabación de una navegación para, posteriormente, añadirle reglas que validen las respuestas. También dispone de capacidades para la generación de pruebas de carga mediante la definición de escenarios.

Conclusiones

La determinación de oportunidades en la aplicación de pruebas de software representa una tarea importante al inicial proceso de desarrollo. Este conocimiento constituye un problema de decisión discreto que puede ser modelado mediante números neutrosóficos.

Microsoft Solutions Framework representa una metodología ágil que provee una vinculación más estrecha con los clientes y busca que todos los productos sean entregables. Es una metodología flexible, de fácil manejo y que tiende a simplificar la gestión del proyecto para aplicaciones pequeñas y a corto plazo.

Referencias

[1] A. N. Cadavid, J. D. F. Martínez, and J. M. Vélez, "Revisión de metodologías ágiles para el desarrollo de software," *Prospectiva,* vol. 11, no. 2, pp. 30-39, 2013.

[2] J. H. Canós, and M. C. P. P. Letelier, "Metodologías ágiles en el desarrollo de software," 2012.

[3] P. Letelier, and M. C. Penadés, "Metodologías ágiles para el desarrollo de software: eXtreme Programming (XP)," 2006.

[4] O. T. Gómez, P. P. R. López, and J. S. Bacalla, "Criterios de selección de metodologías de desarrollo de software," *Industrial data,* vol. 13, no. 2, pp. 70-74, 2010.

[5] A. O. Duarte, and M. Rojas, "Las metodologías de desarrollo ágil como una oportunidad para la ingeniería del software educativo," *Revista Avances en Sistemas e Informática,* vol. 5, no. 2, pp. 159-171, 2008.

[6] M. Figueroa, "MeISE: Metodología de ingeniería de software educativo," *Revista Internacional Internacional Internacional de Educación en Ingeniería Educación en Ingeniería ISSN,* vol. 1116, 1940.

[7] M. Arias, Á. López, and J. Honmy, "Metodología dinámica para el desarrollo de software educativo," 2015.

[8] S. Machiraju, and R. Modi, "Developing Bots with Microsoft Bots Framework," 2018.

[9] G. O. Tashchiyan, A. V. Sushko, and S. V. Grichin, "Microsoft Business Solutions-Axapta as a basis for automated monitoring of high technology products competitiveness." p. 012065.

[10] C. Tascon, and H. Domínguez, “Análisis a la utilidad de la técnica de escenarios en la elicitación de requisitos,” *Revista Antioqueña de las Ciencias Computacionales,* vol. 7, no. 1, 2017.
[11] J. V. Jimeno Flores, C. Hernández, and G. Milckar, “Metodología para medir el nivel de rendimiento de los probadores de software en la empresa G & V Servigen SAC,” 2018.
[12] E. Serna, R. Martínez, P. Tamayo, and I. U. de Envigado, “Una revisión a la realidad de la automatización de las pruebas del software,” *Computación y Sistemas,* vol. 23, no. 1, pp. 169-183, 2019.
[13] C. C. Villada Zapata, C. A. Cifuentes Hincapie, V. M. Delgado Pena, and O. H. Rojas García, “Profundización de pruebas de software website MercadoLibre,” 2019.
[14] O. Mar, and B. Bron, “Base Orientadora de la Acción para el desarrollo de prácticas en un Sistema de Laboratorios a Distancia ” *Revista Científica,* vol. 2, no. 29, pp. 140-148, 2017.
[15] A. Dávila, C. García, and S. Cóndor, “Análisis exploratorio en la adopción de prácticas de pruebas de software de la ISO/IEC 29119-2 en organizaciones de Lima, Perú,” *RISTI-Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação,* no. 21, pp. 1-17, 2017.
[16] A. Grajales Quintero, E. Serrano Moya, and C. Hahan Von, “Los métodos y procesos multicriterio para la evaluación,” *Luna Azul,* vol. 36, no. 1, pp. 285-306, 2013.
[17] C. Bouza. "Métodos cuantitativos para la toma de decisiones en contabilidad, administración, economía," https://www.researchgate.net/publication/303551295_METODOS_CUANTITATIVOS_PARA_LA_TOMA_DE_DECISIONES_EN_CONTABILIDAD_ADMINISTRACION_ECONOMIA.
[18] F. Smarandache, “A Unifying Field in Logics: Neutrosophic Logic,” *Philosophy,* pp. 1-141, 1999.
[19] H. Wang, F. Smarandache, R. Sunderraman, and Y. Q. Zhang, *Interval Neutrosophic Sets and Logic: Theory and Applications in Computing: Theory and Applications in Computing*: Hexis, 2005.
[20] E. Vázquez-Cano, “Dificultades del profesorado para planificar, coordinar y evaluar competencias claves. Un análisis desde la Inspección de Educación/Teachers' difficulties to plan, coordinate and evaluate key competencies. An analysis from the education inspection,” *Revista Complutense de Educación,* vol. 27, no. 3, pp. 1061-1083, 2016.

Received: octubre 28, 2019. Accepted: enero 16, 2020

Neutrosophic Computing and Machine Learning , Vol. 11, 2020
University of New Mexico

Método para medir la formación de competencias pedagógicas mediante números neutrosóficos de valor único.

Gustavo Álvarez Gómez[1] , Jorge Viteri Moya PhD[2] , Jesús Estupiñán Ricardo[3]

[1] Vicerrector, Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ecuador. E-mail: Ua.gustavoalvarez@uniandes.edu.ec
[2] Director Académico, Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ecuador. E-mail: ua.jorgeviteri@uniandes.edu.ec
[3] Docente, Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Sede Babahoyo, Ecuador. E-mail: ub.c.investigacion@uniandes.edu.ec

Resumen. Las competencias pedagógicas, representan un elemento importante en la formación de los estudiantes. Cuantificar su formación constituye un mecanismo necesario para la toma de decisiones sobre la formación pedagógica. Sin embargo, dicha problemática no ha sido suficientemente tratada en la literatura científica. Las técnicas multicriterio pueden ser utilizadas para tratar problemas de este tipo. La presente investigación describe una solución a la problemática planteada a partir del desarrollo de un método que utiliza en su procesamiento un enfoque multicriterio mediante Delphi con números neutrosóficos. La propuesta fue implementada en Uniandes Sede Babahoyo, arrojando un adecuado nivel de competencias pedagógicas.

Palabras Claves: Competencias pedagógicas, método Delphi, números neutrosóficos.

1 Introducción

Uniandes Babahoyo, es una Institución Educativa de Nivel Superior que ofrece una formación académica integral de calidad, desarrollando capacidades y competencias pedagógicas en sus alumnos [1]. Para garantizar el cumplimiento de su misión, requiere cuantificar el desarrollo de las competencias optenidas por los estudiantes. La evaluación formativa representa un problema a ser abordado por la ciencia [2].

La competencia representa las aptitudes que poseen las personas como las capacidades, habilidades y destrezas para el desarrollo de una actividad determinada o para desempeñarse en un área del conocimiento específica de la mejor manera posible [3]. Por consiguiente, una competencia posee un grupo de habilidades y conocimientos que en su ejercitación fomenta la destreza. La Figura 1 muestra una representación de la formación de competencias.

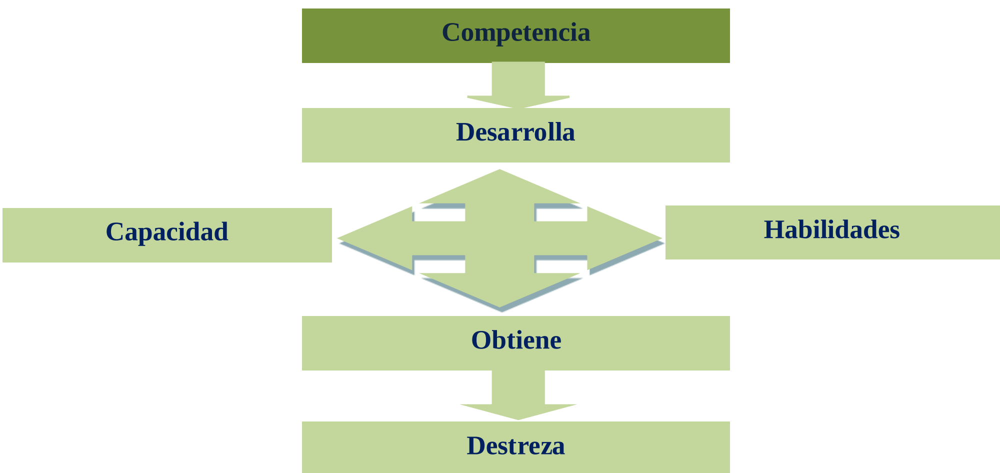


Figura 1: Representación de competencias.

A partir de la situación antes expuesta, se puede modelar el problema de evaluación de competencias mediante técnicas multicriterio multiexperto donde:

A partir de un conjunto de indicadores evaluativos $\mathrm{Ie} = \{\mathrm{I_{e1}}, \dots \mathrm{Ie_k}\},\ \mathrm{k} \geq 2$,

Que poseen un espectro neutrosófico modelado por $N = \{(T, I, F) : T, I, F \subseteq [0, 1]\}n$ en el que:

T: representa el grado de pertenencia,

I: el grado de indefinición,

F: la falsedad.

Que son evaluados por un grupo de expertos $\mathrm{E} = \{\mathrm{E_1}, \dots \mathrm{E_n}\},\ \mathrm{n} \geq 2$, a partir de un método de evaluación en grupo.

2 preliminares

La presente sección introduce los referentes teóricos utilizados para el contexto de la investigación. Inicia con la teoría de competencias pedagógicas. Además, realiza un resumen de la teoría neutrosófica para representar competencias pedagógicas. Finalmente se presenta Delphi como el método para evaluar mediante el consenso de experto.

2.2 Competencias

La competencia representa la capacidad y disposición para desarrollar algo [4-6]. Por lo tanto, es la aptitud asumida por un individuo donde demuestre capacidad, talento o destreza para ejecutar una actividad con éxito, lo cual se conoce como competencia cognitiva. La competencia cognitiva se refieren a las distintas competencias intelectuales demostradas al desarrollar una tarea; esto le permite al sujeto apropiarse del conocimiento para resolver problemas y transformar su entorno [7-9].

Las competencias genéricas son adquiridas en el período formativo o educativo y en la práctica del trabajo. Sirven para cualquier actividad profesional. Están apoyadas en factores humanos, tales como la creatividad, las condiciones intelectuales y la capacidad de transferir conocimientos a nuevas situaciones [10, 11].

Son ejemplos de competencias genéricas: la toma de decisiones, la iniciativa, la empatía y la simpatía, la competencia numérica y computacional, la competencia verbal y de conversación, la resolución de problemas, la comunicación, las actitudes personales, el uso de información tecnológica [12, 13].

Las competencias pedagógicas se refieren a la especialización de las competencias intelectuales [14], [15]. En el contexto educativo, las competencias surgen como elemento integrador capaz de seleccionar entre una amplia gama de posibilidades, los conocimientos acertados para determinados fines [16], [17, 18].

2.2 Números Neutrosóficos de Valor Único para representar competencias pedagógicas

La definición de valor de verdad en la lógica neutrosófica se representa como $N = \{(T,,): T,I,F \subseteq [0,1]\}\ n$, lo que representa una valuación neutrosófica [19], [20]. Específicamente una de las teorías matemáticas que generalizan las teorías clásicas y difusas es la demostración de hipótesis estadísticas, la cual se utiliza en el presente estudio [21], [22]. Se considerada como un mapeo de un grupo de fórmulas proposicionales a N, y por cada sentencia p para obtener el resultado a través de la siguiente expresión.

$v(p) = (T, I, F)$

A partir de U que representa el universo de discurso y el conjunto neutrosófico $\mathrm{Ie} \subset \mathrm{U}$.

Donde:

Ie está formado por el conjunto de indicadores evaluativos que definen una competencia pedagógica.

Sea T (x), I (x), F (x) las funciones que describen los grados de pertenencia, en determinados miembros, y no pertenencia respectivamente, de un elemento genérico $x \in \mathrm{U}$, con respecto al conjunto Ie neutrosófico.

2.3 Método Delphi

El método permite la obtención de información, basada en la consulta a expertos en un área del conocimiento específica, con el fin de obtener la opinión de consenso más fiable del grupo consultado. Los expertos expresan individualmente mediante un grupo de cuestionarios sus consideraciones. Se parte de una exploración abierta, tras las sucesivas devoluciones, se produce una opinión que representa el consenso grupal [23, 24].

Es un método robusto, ya que hace uso de la información que proviene tanto de la experiencia como de los conocimientos de los participantes de un grupo, por lo general representado por expertos. Aunque existe una única

metodología bajo este nombre, la ciencia ha realizado diferentes adaptaciones hacia las diferentes áreas del conocimiento [25, 26].

El método Delphi es una estrategia relativamente flexible que permite actuar con autonomía y adaptar su dinámica habitual a los objetivos de investigación. Su punto de partida ha sido la existencia de un problema de investigación que requería de la opinión de un grupo de expertos cuyos conocimientos sobre el tema, características y experiencia se estimaron a priori como apropiados para la consecución de los objetivos de la investigación [27],

[28].

3 Propuesta de método para medir la formación de competencias

La presente sección describe el funcionamiento del método para medir la formación de competencias pedagógicas mediante números neutrosóficos de valor único. Se presentan los elementos fundamentales que caracterizan la propuesta para facilitar su comprensión.

El método para medir la formación de competencias pedagógicas está diseñado para inferir el comportamiento de las competencias, se expresa mediante tres actividades básicas: entrada, gestión y salida de información. La Figura 2 muestra un esquema general del método propuesto.



Figura 2: Esquema del método propuesto.

El método propuesto está estructurado para garantizar la gestión del flujo de trabajo sobre la evaluación de las competencias pedagógicas. Emplea un enfoque multicriterio multiexperto donde a partir de la selección de indicadores evaluativos que relacionan una competencia mediante la intervención de expertos se garantiza la inferencia del método.

El proceso de evaluación de competencias sigue un razonamiento a partir de la metodología Delphi. Está formado por las siguientes actividades:

Actividad 1 seleccionar los expertos.
Actividad 2 determinar el coeficiente de competencia.
Actividad 3 establecer los indicadores de competencias.
Actividad 4 evaluar las competencias pedagógicas.
A continuación, se realiza una descripción de las actividades propuestas.

3.1 Actividad 1 seleccionar los expertos.

Permite obtener una valoración de la propuesta presentada mediante el criterio emitido por el grupo de expertos que participa en el proceso, los que a su vez se mantienen en condición de anonimato para eliminar las presiones sociales [29].

La selección de los expertos se desarrolla a partir de de:

1. Establecer contacto con los expertos conocedores y se les pide que participen en panel. La actividad obtiene como resultado la captación del grupo de expertos que participará en la aplicación del método.
2. Enviar un cuestionario a los miembros del panel y se les pide su opinión en los temas de interés. A partir de un cuestionario previamente elaborado, se obtiene como resultado el conjunto de opiniones de los expertos.

3.2 Actividad 2 determinar el coeficiente de competencia.

A partir de la valoración emitida por los expertos se determina el coeficiente de conocimiento de los miembros participantes y se define cuantos expertos participan en el proceso. El coeficiente de conocimiento o información (K_c), se obtiene tal como expresa la ecuación 1:

$$K_c = n(0,1) \quad (1)$$

Donde:
K_c: coeficiente de conocimiento o información
n: rango seleccionado por el experto

El coeficiente de conocimiento representa un parámetro importante en la aplicación del método. De este parámetro se puede inferir la confiabilidad de los instrumentos aplicados.

Se propone la aplicación de un cuestionario de autovaloración a partir del cual se determina el coeficiente de competencia (K) sobre el tema que se investiga.

Para determinar el K, primero se determinó el coeficiente de conocimiento (K_c) mediante la fórmula $K_c=0,5$ (número de la escala), escala de autoevaluación de [1,10]. Luego se determinó el coeficiente de argumentación o fundamentación (K_a) tal como se expresa en la ecuación 2.

$$K_a \sum ani \quad (2)$$

Donde:

K_a: coeficiente de argumentación.

ani: representan los valores correspondientes a las fuentes de argumentación.

Finalmente se calculó el coeficiente de competencia tal como expresa la ecuación 3:

$$K = 0,5(K_c + K_a) \quad (3)$$

3.3 Actividad 3 establecer los indicadores de competencias.

La actividad es la encargada de la selección del conjunto de indicadores que nutre el funcionamiento del método propuesto. Se realiza un estudio de los documentos normativos de la carrera y posteriormente se trabaja en la identificación de los criterios que pueden determinar la evaluación de competencias pedagógicas.

3.4 Actividad 4 evaluar las competencias pedagógicas.

Para el proceso de evaluación de las comptencias se analizan las respuestas y se identifican las áreas en que están de acuerdo y en las que difieren. La actividad permite realizar un análisis del comportamiento de las respuestas emitidas por los expertos y se identifican los elementos comunes.

Se envía el análisis resumido de todas las respuestas a los miembros del panel, se les pide que llenen de nuevo el cuestionario y que den sus razones respecto a las opiniones en que difieren. La actividad permite obtener una nueva valoración del grupo de expertos sobre el conocimiento recogido y resumido.

Se repite el proceso hasta que se estabilizan las respuestas. La actividad representa la condición de parada del método, a partir de que se estabilicen las respuestas se concluye su aplicación considerándose este el resultado general.

4 implementación del método propuesto

La propuesta fue aplicada mediante un grupo de expertos de Uniandes Babahoyo de Ecuador. El objetivo se basó en la evaluación de la formación de competencias pedagógicas de los estudiantes. A continuación, se presentan los resultados obtenidos por el método propuesto:

4.1 Actividad 1 seleccionar los expertos.

Para la aplicación del método, se realizó un primer cuestionario con el objetivo de seleccionar el grupo de expertos a intervenir en el proceso. Se identificaron posibles expertos en Uniandes Babahoyo de Ecuador. Se logró el compromiso de 7 expertos, considerándose algunos que colaboraron en etapas previas de la investigación. Se les aplicó el cuestionario de autoevaluación a los 7 expertos donde se obtuvieron los siguientes resultados:

- 5 se autoevalúan con un nivel de competencia sobre el tema objeto de estudio de 10 puntos.
- 1 experto se autoevalúa con un nivel de competencia de 9 puntos.
- 1 experto se autoevalúa con un nivel de competencia de 8 puntos.
- 0 expertos se autoevalúan con un nivel de competencia de 7 puntos o menos.

4.2 Actividad 2 determinar el coeficiente de competencia.

Para la investigación se obtuvo un K_c por experto tal como refiere la tabla 1:

Tabla 1: Coeficiente de conocimiento por expertos.

1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
1	0,9	1	1	0,8	1	1

Sobre las respuestas a las seis preguntas formuladas posteriormente para identificar los niveles de conocimientos sobre el tema, se obtuvieron los siguientes resultados:

- Sobre la pregunta 1. Análisis teóricos realizados por usted sobre el tema: se obtuvo una autoevaluación de Alta para 6 expertos y Media para 1 experto.

- Sobre la pregunta 2. Estudio de trabajos publicados por autores ecuatorianos: se obtuvo una autoevaluación de Alta para 5 expertos, Media para 1 experto y Baja para 1 experto.
- Sobre la pregunta 3. Estudio de trabajos de autores extranjeros: se obtuvo una autoevaluación de Alta para 6 expertos, Media para 1 experto.
- Sobre la pregunta 4. Intercambio de experiencias con profesores para el desarrollo de competencias pedagógicas: se obtuvo una autoevaluación de Alta para 5 expertos, Media para 1 experto y Baja para 1 experto.
- Sobre la pregunta 5. Experiencia práctica en el desarrollo de competencias pedagógicas: se obtuvo una autoevaluación de Alta para 6 expertos y Media para 1 experto.

La tabla 2 muestra los valores del coeficiente de competencia atribuido a cada experto.

Tabla 2: Coeficiente de competencia.

1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
0,90	0,89	0,94	0,99	0,89	0,94	0,85

El cuestionario de autoevaluación permitió seleccionar 7 expertos, 7 con un $K \geq 0,8$. Ningún experto posee $K \leq 0,5$ (bajo) y en general el $K > 0,8$ (alto).

4.3 Actividad 3 establecer los indicadores de competencias.

Para la actividad se parte de los documentos normativos de la carrera con sus objetivos de estudio y se identifican los indicadores que representan los principales objetivos a evaluar para las competencias pedagógicas. Los indicadores constituyen el elemento clave para el posterior procesamiento. La Tabla 3 visualiza los indicadores evaluativos obtenidos en la actividad.

Tabla 3: Indicadores evaluativos de competencias pedagógicas

No.	Indicador evaluativo
I1	Desarrollar a los alumnos en sus propios aprendizajes
I2	Organización del trabajar en equipo
I3	Utilizar nuevas tecnologías
I4	Administrar la propia formación continua
I5	Desarrollo del trabajo individual
I6	Desarrollo creativo del aprendizaje
I7	Organizar y dirigir situaciones de aprendizaje

4.4 Actividad 4 evaluar las competencias pedagógicas.

Después del análisis de la información obtenida con el primer cuestionario con el que se determinaron los coeficientes de conocimiento, argumentación y competencia, se aplica el segundo cuestionario para valorar la propuesta metodológica mediante cinco criterios (Muy Adecuado, Bastante Adecuado, Adecuado, Poco Adecuado e Inadecuado) aplicados a cinco incisos o aspectos:

1. ¿Cómo valora la selección de los indicadores evaluativos para evaluar las competencias pedagógicas?
2. ¿Cómo valora el cumplimiento de los indicadores evaluativos de las competencias pedagógicas?
3. ¿Cómo valora el crecimiento de los indicadores en los estudiantes durante el desarrollo de su carrera académica?

El análisis realizado y expresado permitió determinar los valores del punto de corte de los incisos. Estos valores se relacionaron con la categoría de valor del paso (N-P) de cada inciso expresado.

En el análisis de los resultados de la valoración de la contribución del modelo, se pudo constatar que todos los incisos fueron evaluados de Muy Adecuado o Bastante Adecuado tal como muestra la tabla 4.

Tabla 1: Resultado de la encuesta aplicada a los expertos para valorar la formación de competencias pedagógicas.

Inciso	C1 Muy Adecuado	C2 Bastante Adecuado	C3 Adecuado	C4 Poco Adecuado	C5 Inadecuado
1	100%	0	0	0	0
2	85,71%	14,28%	0	0	0
3	71,42%	28,57%	0	0	0

Entre los criterios emitidos por los expertos prevalecen los siguientes elementos:

- Se consideraron correctos los indicadores para la medición de las competencias pedagógicas.
- El cumplimiento de las competencias pedagógicas se encuentra a un nivel "Muy Adecuado" considerándose satisfactorio su desarrollo.
- El crecimiento de las competencias pedagógicas a largo plazo durante la carrera, se considera "Bastante Adecuado".

Adicionalmente a los criterios favorables sobre el modelo, se emitieron las siguientes sugerencias y recomendaciones por parte de los expertos:

- Considerar que aunque el nivel obtenido en las competencias por los estudiantes es favorable, se debe trabajar en el perfeccionamiento de las mismas ya que fomenta un desarrollo cognitivo superior en la formación integral.

Conclusiones

La evaluación de las competencias pedagógicas representa un elemento importante a ser abordado por los investigadores, representando esta, un área del conocimiento para realizar aportes. La investigación presentó un método basado en la metodología Delphi para el proceso de inferencia, que permite medir la formación de competencias pedagógicas.

Se obtuvo como resultado la aplicación del método propuesto en Uniandes Babahoyo, con la participación desinteresada de siete expertos. Se constató mediante la aplicación del método, que la formación de competencias pedagógicas se evalúa como muy adecuado, aunque se considera además que es posible trabajar en la fomentación a largo plazo de estas competencias.

Referencias

[1] "Instituto Tecnológico Superior de Tecnologías Apropiadas," https://www.universidades.com.ec/instituto-tecnologico-superior-de-tecnologias-apropiadas.

[2] M. R. Romero-Martín, F.-J. Castejón-Oliva, V.-M. López-Pastor, and A. Fraile-Aranda, "Evaluación formativa, competencias comunicativas y TIC en la formación del profesorado," *Comunicar: Revista Científica de Comunicación y Educación*, 2017.

[3] J. T. Fernández, and C. R. Bueno, "Evaluación de competencias profesionales en educación superior: retos e implicaciones," *Educación XX1*, vol. 19, no. 1, 2015.

[4] RAE, "Diccionario de la Lengua Española," *Real Academia Española*, 2019.

[5] J. Estupiñan Ricardo, M. E. Llumiguano Poma, A. M. Argüello Pazmiño, A. D. Albán Navarro, L. Martín Estévez, and N. Batista Hernandez, "Neutrosophic model to determine the degree of comprehension of higher education students in Ecuador," *Neutrosophic Sets & Systems,* vol. 26, 2019.

[6] N. Batista Hernández, and N. Valcárcel Izquierdo, "Determinación de la prefactibilidad en la aplicación de una estrategia pedagógica para la formación de la competencia Emprender en la educación preuniversitaria como contribución a la formación integral del estudiante," *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2018.

[7] N. Araya Ramírez, "Las habilidades del pensamiento y el aprendizaje significativo en matemática de escolares de quinto grado en Costa Rica," *Revista Electrónica "Actualidades Investigativas en Educación"*, vol. 14, no. 2, pp. 66-95, 2014.

[8] P. J. E. Ricardo, and P. B. N. M. Roca, "LA PEDAGOGÍA COMO INSTRUMENTO DE GESTIÓN SOCIAL."

[9] N. B. Hernández, W. O. Aguilar, and D. A. Luis, "Acercamiento a la gestión del talento humano en la facultad de jurisprudencia y ciencias sociales y políticas de la Universidad Estatal de Guayaquil," *Revista Didasc@ lia: Didáctica y Educación. ISSN 2224-2643,* vol. 6, no. 4, pp. 223-238, 2016.

[10] R. Escribano, "Las competencias profesionales," *Clave XXI: Reflexiones y Experiencias en Educación,* vol. 2, 2010.

[11] J. E. Ricardo, N. B. Hernández, G. R. Zumba, M. C. V. Márquez, and B. W. O. Ballas, "EL ASSESSMENT CENTER PARA LA EVALUACIÓN DE LAS COMPETENCIAS ADQUIRIDAS POR LOS ESTUDIANTES DE NIVEL SUPERIOR," *Investigación Operacional,* vol. 40, no. 5, pp. 638-643, 2019.

[12] S. S. Donostia, *Competencias Profesionales: Enfoques y Modelos a Debate*, 2016.

[13] K. P. Teruel, M. Y. L. Vázquez, I. K. F. Cedeño, S. V. Jimenez, and I. D. M. Sanchidrian, "Modelo matemático y procedimiento para evaluación por complejidad de los requisitos software."

[14] S. González Jaramillo, and M. Ortiz García, "Las competencias profesionales en la Educación Superior," *Educación Médica Superior,* vol. 25, pp. 234-243, 2011.

[15] N. B. Hernández, W. O. Aguilar, and J. E. Ricardo, "El desarrollo local y la formación de la competencia pedagógica de emprendimiento. Una necesidad en el contexto social de Cuba," *Didasc@ lia: Didáctica y Educación,* no. 5, pp. 213-226, 2017.

[16] Y. d. l. C. Pompa Montes de Oca, P. López, and I. Amado, "La competencia comunicativa en la labor pedagógica," *Revista Universidad y Sociedad,* vol. 7, no. 2, pp. 160-167, 2015.

[17] O. Mar, I. Santana, and J. Gulín, "Competency assessment model for a virtual laboratory system and distance using fuzzy cognitive map," *Revista Investigación Operacional* vol. 38, no. 2, pp. 170-178, 2017.

[18] N. B. Hernández, and N. V. Izquierdo, "FORMACIÓN INTEGRAL EN EL PROCESO EDUCATIVO DEL ESTUDIANTE DE PREUNIVERSITARIO," *Opuntia Brava,* vol. 9, no. 2, pp. 22-28, 2017.

[19] M. L. Vázquez, and F. Smarandache, *Neutrosofía: Nuevos avances en el tratamiento de la incertidumbre*: Infinite Study, 2018.

[20] F. Smarandache, and M. Leyva-Vázquez, *Fundamentos de la lógica y los conjuntos neutrosóficos y su papel en la inteligencia artificial*: Infinite Study, 2018.

[21] O. Mar, I. Santana, and J. Gulín, "Algoritmo para determinar y eliminar nodos neutrales en Mapa Cognitivo Neutrosófico," *Neutrosophic Computing and Machine Learning,* vol. 8, pp. 4-11, 2019.

[22] F. Smarandache, and T. Paroiu, *Neutrosofia ca reflectarea a realităţii neconvenţionale*: Infinite Study, 2012.

[23] M. Reguant Álvarez, and M. Torrado Fonseca, "El método Delphi," *REIRE. Revista d'Innovació i Recerca en Educació, 2016, vol. 9, num. 2, p. 87-102*, 2016.

[24] J. E. Ricardo, and K. de Mora Litardo, "La influencia de la programación neurolingüística en estudiantes universitarios en la República de Ecuador," *LUZ,* vol. 16, no. 1, pp. 104-113, 2017.

[25] E. López-Gómez, "El método Delphi en la investigación actual en educación: una revisión teórica y metodológica," *Educación XX1,* vol. 21, no. 1, 2018.

[26] R. R. Rodríguez Jorge, N. Batista Hernández, and W. Ortiz Aguilar, "PRINCIPIOS Y OBJETIVOS DE LA ÉTICA, UN RETO EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR," *Revista Didasc@ lia: Didáctica y Educación,* vol. 6, no. 6, 2015.

[27] C. R. Sabiote, J. G. Pérez, and T. P. Llorente, "Estudio empírico de variables presagio en la enseñanza-aprendizaje de la estadística a la luz de la investigación sobre competencias," *Electronic Journal of Research in Education Psychology,* vol. 8, no. 20, pp. 235-262, 2017.

[28] J. L. G. González, and O. Mar, "Algoritmo de clasificación genética para la generación de reglas de clasificación," *Serie Científica,* vol. 8, no. 1, 2015.

[29] L. Gil, and D. Pascual, "La metodología Delphi como técnica de estudio de la validez de contenido," *Anales de Psicología,* vol. 28, no. 3, pp. 1011-1020, 2012.

Received: octubre 27, 2019. Accepted: enero 07, 2020

Neutrosophic Computing and Machine Learning, Vol. 11, 2020
University of New Mexico

Análisis neutrosófico de las perspectivas de los sistemas HMI como expresión de una nueva ergonomía

Jorge Juan Domínguez Menéndez[1] Fernando de Jesús Castro Sánchez[2] Jorge Ruperto Rodríguez López[3]

[1] Director Uniandes sede Babahoyo, Ecuador. E-mail: direccionbabahoyo@uniandes.edu.ec
[2]Analista de Investigación Uniandes Ambato, Ecuador. E-mail: ua.fernandocastro@uniandes.edu.ec
[3]Docente, Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ecuador. E-mail: ub.jorgerodriguez@uniandes.edu.ec

Resumen. La tecnología HMI utiliza sensores, robótica, software, sistemas wireless, aprendizaje M2M (machine to machine), u otras tecnologías para recopilar y analizar la información. Con el incremento de la automatización y al dotar a los procesos de inteligencia, la interacción humano-máquina tiende a disminuir en cantidad, ya que no es necesario monitorizar regularmente el proceso, sin embargo, cuando una máquina prediga o detecte una anomalía en el proceso que no sea capaz de solucionar, la intervención humana será imprescindible. Es por ello, que los sistemas HMI deben ser robustos, fiables y duraderos, especialmente cuando los trabajadores van a interactuar con estas tecnologías en entornos bajo incertidumbre, constituyendo ello una expresión de una nueva ergonomía. Por tal motivo, la presente investigación tiene como objetivo determinar las perspectivas y retos que establecen los sistemas HMI como expresión de una nueva ergonomía. Para el objetivo propuesto se utiliza la Neutrosofía la cual es útil para obtener una mayor interpretabilidad de las expresiones lingüísticas.

Palabras Claves: Sistemas HMI, perspectivas y retos, ergonomía, Neutrosofía, términos lingüísticos.

1 Introducción

La interacción entre humano y máquina (HMI “Human Machine Interface” en sus siglas en inglés) cobra vital importancia en la industria, y específicamente en el desarrollo tecnológico, acompañado por la socialización de las tecnologías, en la información y la comunicación, donde se hace necesario nuevas interfaces para los entornos de trabajo, que integran tecnologías de reconocimiento, y facilitan el desarrollo de actividades al mismo tiempo que se acelera la toma de decisiones, con el fin de mejorar la productividad y eficiencia de los recursos.

Un sistema HMI, es aquel formado por una o varias personas, una o varias máquinas que interactúan dentro de un contexto o ambiente para conseguir un resultado [1]; [2]. Se trata de un concepto que se viene definiendo desde 1958, en [4] se hizo referencia a este término, como un conjunto de elementos comprometidos en la consecución de uno o varios fines comunes ligados a una red de informaciones cuyo rendimiento depende no sólo de las características de sus elementos, sino, también, de sus interacciones e interrelaciones.

El sistema HMI es un modelo, y como tal, es una representación de una realidad. La primera definición de sistema hombre - máquina es relativamente reciente, sus primeras investigaciones surgen a mediados del siglo XX, la interacción del ser humano con máquinas, herramientas o artefactos, y la necesidad de equilibrio entre ambos y resto de elementos del sistema hombre - máquina existen desde el momento en que se creó la primera herramienta.

Este sistema fue concebido inicialmente en un contexto de análisis y estudio de puestos de trabajo, sin embargo, en la sociedad se han ido incorporando elementos tecnológicos, máquinas, con las que el hombre interactúa en su vida diaria en diferentes contextos (trabajo, ocio, tareas domésticas, etc.), por lo que el concepto de sistema hombre - máquina ha ido evolucionando necesariamente, ampliando su concepción a un sistema que tendrá como eje la relación entre el hombre y los elementos físicos y sociales del ambiente a través de artefactos, máquinas, útiles o instrumentos sin importar el contexto o ámbito del que se trate [2].

Este término HMI, hace referencia a un modelo de sociedad en el que la creación, almacenamiento, distribución y manejo de la información es la actividad social y económica más significativa [4]; [5]. Un ejemplo lo constituye la interfaz de usuario en los softwares, dicha interfaz es un elemento esencial en el diseño de productos de ingeniería de conocimiento.

Los elementos a considerar en el diseño de productos de ingeniería de conocimiento, no son simples de añadir, ellos van acompañados de aplicaciones informáticas, no sólo para dar soporte al intercambio de información, sino para realizar otras tareas más sofisticadas. La aparición de herramientas de comunicación mediadas por las computadoras como el correo electrónico, el Chat, la telefonía IP o la videoconferencia, la creación de las primeras

comunidades virtuales, así como Internet y con ella infinitas posibilidades, entre ellas las redes sociales, han propiciado este cambio, al flexibilizar las coordenadas espacio-tiempo en el acceso e intercambio de información y en la comunicación, donde se cambia radicalmente la cantidad y calidad de información gestionada (creada, almacenada, rescatada) [6]; [7]; [8]; [9].

En el contexto de la sociedad de la información, la sociedad del conocimiento, constituye una de las herramientas TIC fundamentales, garantizar su diseño en cuanto a la interacción persona computadora, es imprescindible, debido a la importancia que reviste en la forma en que las personas se comunican con las computadoras [10]; [11]; [12]. La interacción forma parte de un sistema compuesto por el usuario (sus características, experiencias, habilidades y necesidades), las computadoras (las aplicaciones y dispositivos de entrada y salida de datos), el ambiente en el que se realiza esta interacción (iluminación, temperatura, ruido, etc.) y el contexto de la tarea a realizar (dificultad y complejidad de la tarea y el ámbito en el que se encuentra: educativo, laboral, ocio, etc.).

Las condiciones para la interacción entre Hombre - Máquina se encuentran bajo el estándar internacional ISO 9241, de requisitos ergonómicos para trabajos de oficina con pantallas de visualización de datos (PVD), las normas UNE 139801:2003 y UNE 139802:2003, de requisitos de accesibilidad al ordenador para personas con discapacidad, y el RD 488/1997, de disposiciones mínimas de seguridad relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización, entre otros.

La HMI implica necesariamente un enfoque multidisciplinar, convirtiéndose en el punto de encuentro de varias ciencias y disciplinas relacionadas con el conocimiento o estudio de los diferentes elementos del sistema (sistema hombre-máquina): informática, psicología, biomecánica, sociología, antropología, diseño industrial, ergonomía y aquellas correspondientes al ámbito en el que esté ubicada la tarea (educación, salud, etc…). La interacción de las personas con las computadoras forma parte de un sistema en el que se deben tener en cuenta todos los elementos, con el fin de conseguir una interacción más eficiente, segura y satisfactoria.

El sistema HMI debe estar contextualizado en un entorno social determinado, y no de manera aislada. Con el avance de la tecnología y su integración en la vida de las personas la interacción diaria con las máquinas y otros artefactos es constante, independientemente del ámbito o contexto social en el que se encuentre el sujeto.

Basado en lo antes referido, se acude a la ergonomía para poder comprender el trabajo y contribuir al diseño y a las transformaciones de las situaciones de trabajo, desde una postura positiva sobre los dispositivos técnicos y los medios de trabajo, sobre los entornos de trabajo, sobre la organización y sobre las personas. El término Ergonomía proviene etimológicamente del griego *ergon*, trabajo o actividad, y nomos, normas o leyes naturales, lo que nos llevaría a entender de manera general la Ergonomía como la ciencia del trabajo, que aplica los conocimientos para diseñar o corregir condiciones de trabajo siguiendo las leyes naturales.

En la actualidad la ergonomía, es mucho más amplia, ella parte de un enfoque holístico y tiene objetivos ya no centrados en el trabajo, sino en todo el sistema hombre-máquina, con el objetivo de hacerlo más confortable, más fácil de usar, y mejorar la eficacia del sistema, como veremos al trabajar el concepto de Ergonomía [2]; [13]; [3]; [14]. La Ergonomía tiene como objetivo adaptar las tareas, y con ellas todos los elementos del sistema hombre-máquina, a la capacidad, necesidades y características de las personas, de tal manera que mejore la eficiencia, seguridad y bienestar de estas como parte de dicho sistema.

Tal como ocurre con el sistema HMI, la ergonomía aparece a mediados del siglo XX, aunque su historia es mucho más larga. La Ergonomía es fruto de una evolución en la manera de entender la relación entre el ser humano y las máquinas o la tecnología que crea para su aprovechamiento, y que es paralela a la propia evolución tecnológica de la sociedad [13].

El enfoque ergonómico en el diseño y análisis de sistemas hombre-máquina en el que intervengan personas, se hace imprescindible, ya que el equilibrio del sistema proporcionará no solo confort y eficiencia, sino que repercutirá de manera importante en el desarrollo de las capacidades personales de los humanos y por tanto en su autonomía, su seguridad y su salud. Esto implica tener en cuenta una serie de factores, siendo uno de los más importantes la capacidad funcional del individuo, a partir de los cuales se puedan identificar las incompatibilidades entre la persona y el resto de elementos del sistema, y puedan ser así corregidas.

Como se puede deducir de las anteriores definiciones, la ergonomía estudia la gran variedad de problemas que se presentan en la adaptación del trabajo al hombre y del hombre al trabajo y el cómo aumentar su eficiencia y bienestar. La ergonomía es, pues, una ciencia que se aplica al diseño y buen uso de máquinas, equipos y sistemas, con el objeto de mejorar la seguridad, la salud, el confort y la eficiencia del trabajo en cualquier área.

La ergonomía tiene en cuenta al usuario, el artefacto, el entorno, y la forma como interactúan éstos entre sí. En este escenario juega un importante papel los aspectos psicológicos que se mezclan con las interacciones humana, incluida la interacción persona-máquina [15][1]. Los factores psicológicos pueden tener consecuencias transcendentes en el diseño de las diferentes interfaces que se realizan para la interacción Hombre – Máquina.

Los factores ergonómicos son importantes en la interacción Hombre – Máquina, para adoptar una perspectiva ergonómica, es necesario asumir el hecho de que una máquina no es solo un dispositivo técnico capaz de cumplir una tarea. Es necesario pensar que se trata de un instrumento o medio que tendrá que utilizar un usuario para alcanzar ciertos objetivos, mediante el desempeño del trabajo.

Por tal motivo, se requiere en el momento de realizar los diseños para la interacción Hombre – Máquina, tener

en consideración y valorar adecuadamente los factores humanos implicados en el uso de dichos productos [15]. Para ello es necesario considerar tres perspectivas:

- Perspectiva técnica
- Perspectiva del usuario
- Perspectiva de la tarea

La perspectiva técnica, hace referencia a las especificaciones que ha de cumplir en función de la tarea para la que se diseña. Estas especificaciones se refieren a los niveles físico, que es donde se encuentran las características materiales del objeto, al nivel interactivo, que se corresponde con las características operativas y de manipulación que podrán realizarse, a los niveles funcionales, que se corresponde con las características funcionales que vienen definidas por los productos o efectos que se desean alcanzar.

Por otra parte, la perspectiva de usuario hace referencia a las especificaciones del usuario, en esta perspectiva se encuentra el nivel físico que se corresponde con la conducta motora, las características materiales del objeto, el nivel interactivo que comprende la conducta cognitiva, características operativas y de manipulación que podrán realizarse, el nivel funcional que es donde se encuentra presente la motivación, las características funcionales que vienen definidas por los productos o efectos que se desean alcanzar, el nivel personal que es donde se manifiestan las diferencias individuales, peculiaridades que distinguen y caracterizan a cada individuo frente a los demás. La perspectiva de la tarea, es la que hace referencia al hecho de que la utilización adecuada del sistema con el que interactúa el hombre, no es un fin en sí mismo, sino un medio para llevar a cabo una tarea, cumpliendo ciertos objetivos.

Para evaluar desde el punto de vista ergonómico, la perspectiva a fortalecer para que los diseños de interacción Hombre – Máquina, no solo sean capaz de realizar determinadas funciones con eficiencia técnica, sino que permitan que se realicen trabajos de forma eficiente con menores costos humanos posibles, se hace uso de la Neutrosofía, y en particular de los modelos de recomendación que contribuyen a obtener una mayor interpretación de los datos cualitativos, existente sobre las perspectivas de los sistemas HMI como expresión de una nueva ergonomía. Los modelos de recomendación neutrosóficos y en particular los basados en conocimiento, realizan sugerencias sobre las preferencias necesarias para el objetivo propuesto, apoyados fundamentalmente en el razonamiento basado en casos [16 y 17][2].

2 Materiales y métodos

En la presente investigación se propone un modelo de recomendación basado en conocimiento utilizando el de números neutrosóficos de valor único, ellos favorecen la utilización de variables lingüísticas [18]. Este modelo de recomendación parte de las perspectivas a tener en cuenta para los diseños de interacción Hombre – Máquina. El modelo de recomendación a desarrollar permite representar términos lingüísticos y la indeterminación mediante números neutrosóficos de valor único [19]. Cada perspectiva a tener en cuenta se representa como a_i, estas perspectivas son descritas de acuerdo con sus características y ellas conformarán el perfil de análisis, el perfil se representa como se muestra en la ecuación 1.

$$C = \{c_1, \dots, c_k, \dots, c_l\} \qquad (1)$$

Para obtener la base de datos de las perspectivas a tener en cuenta para los diseños de interacción Hombre – Máquina, el perfil de los usuarios con cada una de sus características, es obtenido mediante números neutrosóficos de valor único [20, 21]. Donde; $A^* = (A1^*, A2^*, \dots, An^*)$ es un vector de números neutrosóficos de valores únicos definidos por la escala de términos lingüísticos de [20]. Estos vectores están compuesto por las perspectivas a tener en cuenta para los diseños de interacción Hombre – Máquina y las característica de cada perspectiva, tal que $Aj^* = (aj^*, bj^*, cj^*)$; $j = (1,2, \dots, n)$ y $Bi = (B_{i1}, B_{i2}, \dots, B_{im})$ $(i = 1,2, \dots, m)$ con m vectores de n números neutrosóficos de valor único, tal que y $B_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})$ $(i = 1,2, \dots, m)$, $(j = 1,2, \dots, n)$ entonces la distancia euclidiana es definida como el resultado de las Bi y A^* [20], la misma se calcula a través de la ecuación 2.

$$d_i = \left(\frac{1}{3}\sum_{j=1}^{n}\left\{\left(|a_{ij}-a_j^*|\right)^2+\left(|b_{ij}-b_j^*|\right)^2+\left(|c_{ij}-c_j^*|\right)^2\right\}\right)^{\frac{1}{2}} \quad (i = 1,2, \dots, m) \qquad (2)$$

A partir de esta distancia euclidiana se puede definir una medida de similitud [22]. Esta medida de similitud es valorada en la medida en que la alternativa A_i esté más cercana al perfil del usuario (si), mientas más cercana esté del perfil, mayor será la similitud, y ello permitirá establecer un orden entre alternativas [23]. Las valoraciones de las características de las perspectivas a tener en cuenta para los diseños de interacción Hombre – Máquina se

expresan utilizando la escala de términos lingüísticos [20], el conjunto de características de cada perspectiva es descrito a través de la ecuación 3 y de esa forma se guardan en la Base de Datos previamente creada para establecer las recomendaciones

$$A = \{a_1, \dots, a_j, \dots, a_n\} \quad (3)$$

3 Resultados

En la figura 1 se muestran los pasos a seguir para establecer las recomendaciones de las perspectivas a tener en cuenta para los diseños de interacción Hombre – Máquina, este modelo se basa en la propuesta realizada por [24 y 25][3] para sistemas de recomendación basados en conocimiento, dicha propuesta permite representar términos lingüísticos y la indeterminación mediante números neutrosóficos de valor único.



Figure 1: Fases del modelo de recomendación Neutrosófico.

Se crea la Base de Datos de las perspectivas a tener en cuenta para los diseños de interacción Hombre – Máquina, en la Base de Datos se almacena la información sobre las perspectivas a tener en cuenta en los diseños Hombre – Máquina y cada característica correspondiente a cada perspectiva, Las perspectivas se representa como $A = \{a1, a2, a3\}$, y las características se representan como $C = \{c1, c2, c3\}$. Los atributos (características) de cada perspectiva se evalúa a través de la escala de términos lingüísticos propuesta por [20] y el resultado de las evaluaciones de cada atributo se guarda en la Base de Datos. Desde la Base de Datos es posible realizar el cálculo de la similitud existente entre cada perspectiva a tener en cuenta para los diseños de interacción Hombre – Máquina, el resultado que se obtiene es el que se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1: Similitud entre las perspectivas a tener en cuenta en los diseños Hombre – Máquina.

a_1 Perspectiva técnica	a_2 Perspectiva de usuario	a_3 Perspectiva de la tarea
0.73	**0.88**	**0.52**

El proceso de recomendación de acuerdo con la Tabla 1 y las características de cada uno de las perspectivas a tener en cuenta en el diseño para la interacción Hombre – Máquina, se corresponde con prestar atención a la perspectiva de usuario, la misma es importante porque es la que hace referencia a las especificaciones del usuario, en ella se encuentra el nivel físico que se corresponde con la conducta motora, todas ellas asociadas desde el punto de vista psicológico. Tener en cuenta las características descrita de esta perspectiva para analizar y detallar los requisitos de los sistemas interactivo ayuda favorablemente tanto al aspecto funcional de los sistemas, como a los aspectos de su uso, específicamente la usabilidad y su accesibilidad.

Conclusiones

En el presente trabajo se realizó un análisis de las perspectivas de los sistemas HMI como expresión de una nueva ergonomía, se propuso un modelo de recomendación neutrosófico para recomendar cual es la perspectiva a tener en cuenta en los diseños donde interactúan Hombre – Máquina. A partir del modelo de recomendación propuesto y calculada la distancia ideal entre cada característica de cada perspectiva analizada se obtuvo que la perspectiva de usuario es la que más requiere que se tenga en cuenta, ya que en esta perspectiva se encuentran los aspectos psicológicos que considera desde el punto de vista ergonómico las limitaciones de los usuarios, sin tener que hacer muy específicos los diseños.

References

[1] J. J. Cañas, Personas y máquinas: El diseño de su interacción desde la ergonomía cognitiva. Madrid: Pirámide. 2004.

[2]. J. J. Cañas, Y. Waerns, Ergonomía cognitiva: Aspectos psicológicos de las personas con la tecnología de la información. Barcelona: Médica Panamericana. 2001.

[3] M. Rodríguez, Ergonomía básica aplicada a la medicina del trabajo. Madrid: Díaz de Santos. 1994.

[4] Y. Masuda, La sociedad informatizada: Como sociedad post-industrial [Information society.Spanish]. Madrid: Fundesco. 1984.

[5] M. Castells, C. Martínez Gimeno, J. Alborés, La era de la información: Economía, sociedad y cultura (3a ed.). Madrid: Alianza. 1999; 2001.

[6] J. Cabero, M. C. Llorente, Alfabetización digital y capacitación tecnológica de alumnos en TICs. EDUTEC 2006, Tarragona. 2006.

[7] A. Pérez i Garcías, J. Salinas, Comunidades virtuales al servicio de los profesionales: EDUTEC, la comunidad virtual de tecnología educativa. Educación y Bibliotecaas, 122(abril), 58-63. 2001.

[8] A. Pérez i Garcías, Elementos para el análisis de la interacción educativa en los nuevos entornos de aprendizaje. PixelBit, (19), 20/05/2009-49. 2002.

[9] R. Mansell, Knowledge societies: Information technology for sustainable development. USA: Oxford University Press. 1990

[10] J. Abascal, C. Nicolle, Inclusive design guidelines for HCI. London: Taylor & Francis. 2001.

[11] J. Abascal, C. Nicolle, Moving towards inclusive design guidelines for socially and ethically aware HCI. Interacting with Computers, 17(5), 484-505. 2005

[12] C.S. Manresa Yee, Advanced and natural interaction system for motion impaired users. Universitat de les Illes Balears. Departament de Ciències Matemàtiques i Informàtica). Retrieved from TDX/TDR database. 2009.

[13] J. Lillo, Ergonomía: Evaluación y diseño del entorno visual. Madrid: Alianza, 2000.

[14] L. Tortosa Latonda, Instituto de Biomecánica de Valencia. Ergonomía y discapacidad (Ed rev i ampl ed.). Valencia: Instituto de Biomecánica,1999.

[15] J, Zaccagnini J, Psicología e Inteligencia artificial. México Edit Trotta, 2003.

[16] Dietmar Jannach, Tutorial: Recommender Systems, in International Joint Conference on Artificial Intelligence Beijing, Au-gust 4, 2013.

[17] Freire, J.B., et al., Modelo de recomendación de productos basado en computación con palabras y operadores OWA [A product recommendation model based on computing with word and OWA operators]. International Journal of Innovation and Applied Studies, 16(1), 2016, p. 78.

[18] J. Estupiñan Ricardo, M. E. Llumiguano Poma, A. M. Argüello Pazmiño, A. D. Albán Navarro, L. Martín Estévez, and N. Batista Hernandez, "Neutrosophic model to determine the degree of comprehension of higher education students in Ecuador," *Neutrosophic Sets & Systems,* vol. 26, 2019.

[19] J. E. Ricardo, N. B. Hernández, G. R. Zumba, M. C. V. Márquez, and B. W. O. Ballas, "EL ASSESSMENT CENTER PARA LA EVALUACIÓN DE LAS COMPETENCIAS ADQUIRIDAS POR LOS ESTUDIANTES DE NIVEL SUPERIOR," *Investigación Operacional,* vol. 40, no. 5, pp. 638-643, 2019.

[20] Biswas, P., S. Pramanik, and B.C. Giri, TOPSIS method for multi-attribute group decision-making under single-valued neutrosophic environment. Neural computing and Applications, 27(3), 2016, p. 727-737.

[21] Leyva, M., Smarandache, F., Neutrosofía: Nuevos avances en el tratamiento de la incertidumbre, 2018. Pons, Bruselas.

[22] Şahin, R. and M. Yiğider, A Multi-criteria neutrosophic group decision making metod based TOPSIS for supplier selection. arXiv preprint arXiv:1412.5077, 2014.

[23] J. Ye, Single-valued neutrosophic minimum spanning tree and its clustering method. Journal of intelligent Systems, 23(3): 2014, p. 311-324.

[24] Pérez-Teruel, K., M. Leyva-Vázquez, and V. Estrada-Sentí,Mental models consensus process using fuzzy cognitivemaps and computing with words. Ingeniería yUniversidad, 19(1): 2015, p. 173-188.

[25] Vázquez, M.Y.L., et al., Modelo para el análisis deescenarios basados en mapas cognitivos difusos: estudiode caso en software biomédico. Ingenieria y Universidad: Engineering for Development, 17(2): 2013, p. 375-390.

[26] L.G.P. Cordón, Modelos de recomendación con falta deinformación. Aplicaciones al sector turístico. Universidad de Jaén. 2008.

[27] N. B. Hernández, W. O. Aguilar, and D. A. Luis, "Acercamiento a la gestión del talento humano en la facultad de jurisprudencia y ciencias sociales y políticas de la Universidad Estatal de Guayaquil," *Revista Didasc@ lia: Didáctica y Educación. ISSN 2224-2643,* vol. 6, no. 4, pp. 223-238, 2016.

[28] M.R.M, Arroyave, A.F. Estrada, and R.C. González, Modelo de recomendación para la orientación vocacional basado en la computación con palabras [Recommendation models for vocational orientation based on computing withwords]. International Journal of Innovation and Applied Studies, 15(1), 2016, p. 80

Received: noviembre 14, 2019. Accepted: enero 11, 2020

Neutrosophic Computing and Machine Learning , Vol. 11, 2020
University of New Mexico

Método neutrosófico para determinar las necesidades de mantenimientos preventivos en las TICs

Laura Marlene Ochoa Escobar[1] Tula Carola Sánchez García[2] Jean Pierre Ramos Carpio[3]

[1] Docente, Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ecuador. E-mail: ub.lauraochoa@uniandes.edu.ec
[2] Docente, Facultad de Educación de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú. E-mail: tula.sanchez1@unmsm.edu.pe.
[3] Analista, Asociación Latinoamericana de Ciencias Neutrosóficas, Ecuador. E-mail: jeanpierrer88@gmail.com

Resumen: Las Tecnologías de la Información se integran en todas las actividades que realizan las personas en la actualidad. El soporte computacional es extendido mediante numerosos sistemas de aplicaciones que apoyan el cumplimiento de las funciones de trabajo. Sin embargo, en ocasiones las tecnologías se averían causando retraso en la gestión de los procesos administrativos. La presente investigación propone como solución a la problemática planteada mediante el desarrollo de un método para determinar las necesidades de mantenimiento preventivo. El método modela las problemáticas mediante números neutrosóficos y genera como salida, las necesidades de mantenimiento.

Palabras Claves: Tecnologías de la Información, mantenimiento preventivo, recomendaciones.

1 Introducción

Como parte de la vida cotidiana, las personas hacen uso a diario de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TICs) para realizar su actividad laboral. Las TICs contemplan al conjunto de herramientas relacionadas con la transmisión, procesamiento y almacenamiento digitalizado de la información[1] [2], [3]. A partir de su uso se integran cada vez más los procesos de la sociedad [4], [5]. En la actualidad no se concibe una gestión administrativa sin el apoyo de las tecnologías [6]. Sin embargo, a partir del uso derivado de las tecnologías, el hombre crea dependencia para el desarrollo de las actividades fundamentales que realiza [7]. En este sentido garantizar el correcto funcionamiento tecnológico representa una tarea de vital importancia para la sociedad moderna.

Con el objetivo de aumentar la vida útil de los medios tecnológicos se introducen los mantenimientos tecnológicos [8], [9, 10]. El mantenimiento constituye una actividad propia de la ingeniería donde se utilizan diferentes recursos como herramientas, instrumentos de medición, equipos informáticos y programas específicos con la finalidad de garantizar un funcionamiento óptimo [11, 12]. En dependencia de la actividad y tipo de tecnología se han definido procedimientos para anticipar la ocurrencia de fallos [13].

La Organización Internacional de Normalización también ha definido mediante la ISO 9001: 2008 como parte de la cultura organizacional de calidad, las bases necesarias para establecer las acciones de mantenimiento tecnológica [14], [15, 16]. Cada organización implementa su programa de gestión del mantenimiento que tributa a garantizar los servicios que presta sin afectar el flujo de trabajo de su actividad administrativa [11], [17]. Estimar la necesidad de mantenimiento a partir del uso de las tecnologías representa un problema de toma de decisiones que puede ser modelado mediante la lógica neutrosófica donde:

Las necesidades de mantenimiento de los equipos tecnológicos se pueden expresar mediante una tripleta neutrosófica M (T, I, F) que representa:

T: el dominio de valores que implica la necesidad de mantenimiento,

I: el grado de indefinición donde no es necesario realizar un mantenimiento,

F: el grado de falsedad.

A partir de la problemática existente se define como objetivo de la presente investigación: Elaborar un método para determinar las necesidades de mantenimiento preventivo en tecnologías de la información mediante números neutrosóficos.

2 Preliminares

Para elevar la comprensión de los principales conceptos asociados a la investigación la presente sección realiza una aproximación a los referentes del tema. Se realiza una descripción de las Tecnologías de la Información, se introduce una aproximación del mantenimiento preventivo como elemento necesario de las Tecnologías de la Información. Por último, se realiza una representación del mantenimiento mediante números neutrosóficos en la modelación de la incertidumbre.

2.1 Tecnologías de la Información

Las Tecnologías de la Información han sido conceptualizadas como la integración y convergencia de la computación microelectrónica, las telecomunicaciones y la técnica para el procesamiento de datos, sus principales componentes son: el factor humano, los contenidos de la información, el equipamiento, la infraestructura material, el software y los mecanismos de intercambio electrónico de información, los elementos de política y regulaciones y los recursos financieros [18].

Las TICs se definen como los dispositivos tecnológicos conformado por hardware y software que permiten editar, producir, almacenar, intercambiar y transmitir datos entre diferentes sistemas de información con protocolos comunes [19]. Las TICs integran medios de informática, telecomunicaciones y redes, posibilitan la comunicación y colaboración interpersonal y la multidireccional [20]. Introducen cambio en la gestión de las organizaciones y aportan nuevas funciones donde el control administrativo representa una vertiente de estas [21].

Garantizar el correcto funcionamiento tecnológico en una organización, constituye una tarea de connotada importancia, del correcto funcionamiento de la tecnología depende la rentabilidad y eficiencia de la organización. Es por ello que el mantenimiento de la tecnología constituye un proceso administrativo que se le debe prestar la atención necesaria.

2.2 Mantenimiento preventivo

El mantenimiento es definido por la Real Academia Española como el conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que instalaciones, edificios, industrias y tecnologías, puedan seguir funcionando adecuadamente [22]. Cada activo o medio posee características distintivas que lo singulariza de los demás, sin embargo todos poseen un ciclo de vida [23, 24]. La Figura 1 muestra una ilustración con el ciclo de vida de los medios tecnológicos.

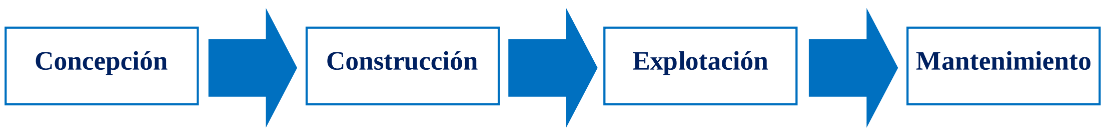


Figura 1: Ciclo de vida de los medios tecnológicos.

El mantenimiento preventivo evita posibles afectaciones y disminuye la ocurrencia de fallos repentinos. El mantenimiento debe ser presupuestado con antelación y este implica una inversión económica que se contrata y planifica. Hacer mantenimiento preventivo a los sistemas informáticos, minimiza los sobresaltos tanto económicos ya que se estima y se conoce con mayor precisión el momento en que se deben realizar nuevas inversiones.

La importancia del mantenimiento tecnológico preventivo es que permite determinar si se está realizando un uso indebido de los equipos informáticos y si éstos están avisando de posibles fallos.

Ventajas del mantenimiento informático preventivo:

- Bajo coste frente a las intervenciones correctivas inesperadas.

- Reducción del riesgo de fallos.
- Reduce la probabilidad de paradas imprevistas.
- Permite planificar las inversiones, porque se anticipa el fallo.

2.3 Representación del mantenimiento mediante números neutrosóficos

La sección presenta la estructura del funcionamiento del método para determinar las necesidades de mantenimiento preventivo a las Tecnologías de la Información. El funcionamiento está guiado por un flujo de trabajo de tres actividades [25]. El método basa su funcionamiento a partir un entorno neutrosófico sobre el esquema de análisis de decisión lingüística que puede abordar criterios de diferente naturaleza y proporcionar resultados lingüísticos en un entorno neutrosófico [1], [26]. La figura 2 muestra el flujo de trabajo del método propuesto.

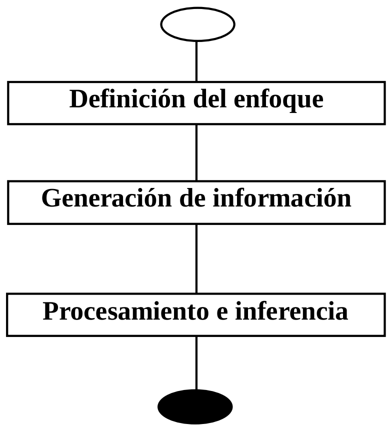


Figura 2: Representación del método.

El método está diseñado para soportar el flujo de trabajo y para determinar las necesidades de mantenimiento en Tecnologías de la Información. Consta de las siguientes actividades: definición del enfoque, generación de información y procesamiento e inferencia. A continuación, se describen las diferentes etapas del método:

1. Definición del enfoque

En esta etapa, el marco de evaluación se define para corregir la estructura sobre las necesidades del mantenimiento. El marco se modela de a partir de los siguientes elementos:

- Sea $E = \{e_1, , e_n\}, (n > 2)$ un conjunto de expertos.
- Sea $TI = \{ti_1, , ti_m\}, (m > 2)$ un conjunto de Tecnologías de la Información.
- Sea $C = \{c_1, , c_k\}, (k > 2)$ un conjunto de criterios que caracterizan las tecnologías.

Se utiliza un marco de información heterogéneo[27]. Para cada experto se puede usar un dominio diferente numérico o lingüístico para evaluar cada criterio, atendiendo a su naturaleza en un entorno neutrosófico [28], [29]. A partir de la modelación de los elementos que definen el enfoque se realiza la generación de las informaciones.

2. Generación de información

Mediante la definición del marco de trabajo se obtiene el conocimiento del conjunto de expertos. Por cada experto se suministra sus preferencias mediante el uso de vectores de utilidad. El vector de utilidad se expresa mediante la ecuación 1:

$$P_j^i = \left\{p_{j1_1}^i, , p_{jh}^i\right\} \tag{1}$$

Donde:

P_j^i representan la preferencia otorgada el criterio c_k sobre las tecnologías r_j expresado por el experto e_i .

La etapa obtiene las informaciones que son de necesidad para el procesamiento de las inferencias, a partir del conjunto de datos obtenidos mediante la consulta a los expertos, se realiza el procesamiento y la inferencia de las informaciones en función de obtener las recomendaciones sobre las necesidades del mantenimiento.

3. Procesamiento e inferencia

La etapa de procesamiento e inferencia es la encargada de a partir del marco de trabajo establecido con el conjunto de datos obtenidos realizar la evaluación lingüística colectiva que sea interpretable para los ingenieros de las Tecnologías de la Información. Para ello la información es unificada y agregada [30, 31].

A partir del procesamiento se realiza un proceso de ordenamiento de alternativas que son priorizados para tratar con información heterogénea y dar resultados lingüísticos.

A 2TLNNS se define como [32, 33]:

A partir de $S = \{s_0, , s_g\}$ que representa una 2TLSs con cardinalidad impar t + 1.
Se define para (S_t, a), (S_i, b), $(S_f, c) \in L$ y a,b,c ∈ [0, t], donde (S_t, a), (S_i, b), $(S_f, c) \in L$ expresan independientemente el grado de verdad, indeterminación grado, y el grado de falsedad por 2TLSs.
Por lo tanto: 2TLNNSs se define:

$$l_j = \{(S_t, a), (S_i, b), (S_f, c)\} \qquad (2)$$

Donde:

$$0 \leq \Delta^{-1}(St_j, a) \leq t, 0 \leq \Delta^{-1}(Si_j, b) \leq t, 0 \leq \Delta^{-1}(Sf_j, c) \leq t$$

$$0 \leq \Delta^{-1}(St_j, a) + 0 \leq \Delta^{-1}(Si_j, b) + 0 \leq \Delta^{-1}(Sf_j, c) \leq 3t$$

Mediante la función de puntuación y precisión se clasifica 2TLNN [34].
Sea
$l_1 = \{(St_1, a), (Si_1, b), (Sf_1, c)\}$ a
2TLNN en L la función de puntuación y precisión en l_1 se define como:

$$S(l1) = \Delta\left\{\frac{2t + \Delta^{-1}(St_1, a) - \Delta^{-1}(Si_1, a) - \Delta^{-1}(Sf_1, a)}{3}\right\}, \Delta^{-1}(s(l_1)) \in [0, t] \qquad (3)$$

$$H(l1) = \Delta\left\{\frac{t + \Delta^{-1}(St_1, a) - \Delta^{-1}(Sf_1, a)}{2}\right\}, \Delta^{-1}(h(l_1)) \in [0, t] \qquad (4)$$

Unificación de la información:

La información se unifica en un dominio lingüístico específico (S_T). La información numérica se transforma al dominio lingüístico (S_T) siguiendo estos pasos:

a) Seleccionar un dominio lingüístico específico, denominado conjunto de términos lingüísticos básicos (S_T) .

b) Transformación de valores numéricos en [0, 1] al $F(S_T)$.

c) Transformación de conjuntos difusos S_T sobre el en 2-tupla lingüística.

Agregación de la información:

La agregación permite la unificación de las informaciones para lo cual se desarrolla mediante dos pasos con el objetivo de calcular una evaluación global de las tegnologías.

El operador de agregación unifica las diferentes ponderaciones expresadas por cada experto [35], teniendo en cuenta su conocimiento y su importancia en el proceso de mantenimiento de Tecnologías de la Información.

Valoración del equipo

El paso final en el proceso de priorización es establecer una clasificación entre las Tecnologías de la Información, esta clasificación permite clasificar las tegnologías con más valor y posponer o rechazar el mantenimiento de otras tecnologías para hacer más efectivo el proceso.

La tecnología de la información más crítica es aquella que tiene la evaluación colectiva máxima $Max\,\{(r_l, a_j), = 1,2, , n\}$. Los requisitos se priorizan según este valor en orden decreciente.

3 implementaciones del método para determinar necesidades de mantenimientos preventivos

La presente sección, describe el funcionamiento del método propuesto para lo cual se realizó un estudio de caso aplicado a una empresa con el objetivo de determinar las necesidades de mantenimiento de la tecnología disponible. El ejemplo ilustra la aplicabilidad del método.

Desarrollo de la actividad 1: Marco de evaluación

Para el presente estudio de caso, se identificó un marco de trabajo compuesto por:

$E = \{e_1, , e_4\}$, que representan los 4 expertos que intervinieron en el proceso.

Los cuales realizan la evaluación:

$TI = \{TI_1, , TI_3\}$, de 3 tecnologías de la Información

A partir de la valoración de los

$C = \{c_1, , c_5\}$ los cuales conforman los 5 criterios valorativos.

La tabla 1 muestra los criterios utilizados.

Tabla 1: Criterios utilizados para la evaluación de las TICs.

No	Criterio	Descripción
1	Tiempo de explotación	Representa la cantidad de horas promedios que el medio es utilizado en la actividad laboral
2	Fallos	Se considera a la presencia de fallos o defectos antes del tiempo previsto para su mantenimiento
3	Rendimiento	Variación del funcionamiento de la tecnología antes de la aplicación del mantenimiento
4	Condiciones ambientales	Representa las características del entorno geográfico en que se enmarca la organización (Mar, altura, humedad, etc)
5	Climatización	Condiciones adecuadas de temperatura para el correcto funcionamiento del medio tecnológico

Cada experto podría dar la información de forma numérica o lingüística atendiendo a la naturaleza de los criterios. Se elige un dominio lingüístico común para verbalizar los resultados que se expresan en la Figura 3.

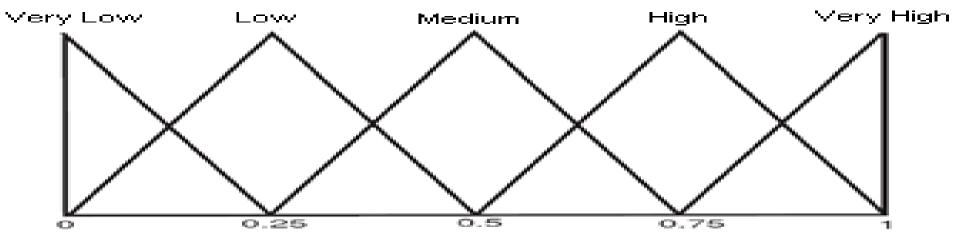


Figura 3. Dominio de Selección S_T.

Para los valores numéricos, se utilizará la escala lingüística siguiente con números neutrosóficos de valor único propuestas en la Tabla 2 [31, 36].

Tabla 2: Términos lingüísticos empleados.

Término lingüístico	**Números SVN**
Extremadamente buena(EB)	(1,0,0)
Muy muy buena (MMB)	(0.9, 0.1, 0.1)
Muy buena (MB)	(0.8,0,15,0.20)
Buena (B)	(0.70,0.25,0.30)
Medianamente buena (MDB)	(0.60,0.35,0.40)
Media (M)	(0.50,0.50,0.50)
Medianamente mala (MDM)	(0.40,0.65,0.60)
Mala (MA)	(0.30,0.75,0.70)

Muy mala (MM)	(0.20,0.85,0.80)
Muy muy mala (MMM)	(0.10,0.90,0.90)
Extremadamente mala (EM)	(0,1,1)

Desarrollo de la actividad 2: Generación de información

A partir de la información obtenida sobre las Tecnologías de la Información, se almacena para su posterior procesamiento. El marco de evaluación es presentado en la Tabla 3. Los criterios de evaluación se realizan en la escala S_T.

Tabla 3: Presentación de los resultados

	e_1			e_2			e_3			e_4		
c_1	(0.9, 0.1, 0.2)	(0.8, 0.1, 0.3)	(0.5, 0.2, 0.4)	(0.6, 0.3, 0.2)	(0.7, 0.3, 0.1)	(0.8, 0.1, 0.2)	(0.9, 0.2, 0.1)	(0.6, 0.2, 0.2)	(0.5, 0.3, 0.3)	(0.6, 0.2, 0.2)	(0.5, 0.4, 0.1)	(0.3, 0.3, 0.2)
c_2	(0.6, 0.2, 0.2)	(0.5, 0.4, 0.1)	(0.3, 0.3, 0.2)	(0.9, 0.1, 0.2)	(0.8, 0.1, 0.3)	(0.5, 0.1, 0.4)	(0.6, 0.3, 0.2)	(0.7, 0.3, 0.1)	(0.8, 0.1, 0.2)	(0.9, 0.2, 0.1)	(0.6, 0.2, 0.2)	(0.5, 0.3, 0.3)
c_3	(0.9, 0.2, 0.1)	(0.6, 0.2, 0.2)	(0.5, 0.3, 0.3)	(0.6, 0.2, 0.2)	(0.5, 0.4, 0.1)	(0.3, 0.3, 0.2)	(0.9, 0.1, 0.2)	(0.8, 0.1, 0.3)	(0.5, 0.1, 0.4)	(0.6, 0.3, 0.2)	(0.7, 0.3, 0.1)	(0.8, 0.1, 0.2)
c_4	(0.6, 0.3, 0.2)	(0.7, 0.3, 0.1)	(0.8, 0.1, 0.2)	(0.9, 0.2, 0.1)	(0.6, 0.2, 0.2)	(0.5, 0.3, 0.3)	(0.6, 0.2, 0.2)	(0.5, 0.4, 0.1)	(0.3, 0.3, 0.2)	(0.9, 0.1, 0.2)	(0.8, 0.1, 0.3)	(0.5, 0.1, 0.4)
c_5	(0.9, 0.1, 0.2)	(0.9, 0.1, 0.2)	(0.9, 0.1, 0.2)	(0.6, 0.3, 0.2)	(0.7, 0.3, 0.1)	(0.9, 0.2, 0.1)	(0.6, 0.2, 0.2)	(0.5, 0.3, 0.3)	(0.9, 0.1, 0.2)	(0.6, 0.2, 0.2)	(0.5, 0.4, 0.1)	(0.3, 0.3, 0.2)

La información se transforma para unificar la información heterogénea. Los juegos difusos posteriores sobre S_T se transforman en 2-tuplas lingüísticas.

A partir del proceso de agregación se calculó una evaluación colectiva de las Tecnologías de la Información. Para el proceso de agregación se utilizó el promedio de ponderación de los números neutrosóficos lingüísticos de 2 tuplas. 2-TLNNWA a partir de los datos referidos por para cada experto [19]. En este caso los vectores de ponderación W=(0.6,0.3,0.2).

Tabla 4: Procesamiento del resultado de los datos

	e_1			e_2			e_3			e_4		
c_1	<(S3, 0.2),(S2,0), (S1,1)>	<(S3,0. 3),(S2, 0), (S1,1) >	<(S 3,0. 1),(S2,0), (S1, 3)>	<(S3 ,0.4), (S2, 0), (S1, 0)>	<(S 3,0. 0),(S2,0), (S1, 2)>	<(S3, 0.5),(S2,0), (S1,3)>	<(S3, 0.0),(S2,0) , (S1,0)>	<(S3, 0.0),(S2,0), (S1,0)>	<(S3, 0.0),(S2,0), (S1,0)>	<(S3, 0.0),(S2,0), (S1,0)>	<(S3, 0.0),(S2,0), (S1,0)>	<(S3,0. 0),(S2, 0), (S1,0) >
c_2	<(S3, 0.0),(S2,0), (S1,0)>	<(S3,0. 0),(S2, 0), (S1,0) >	<(S 3,0. 0),(S2,0),	<(S3 ,0.2), (S2, 0), (S1,	<(S 3,0. 3),(S2,0),	<(S3, 0.1),(S2,0), (S1,3)>	<(S3, 0.4),(S2,0) , (S1,0)>	<(S3, 0.0),(S2,0), (S1,2)>	<(S3, 0.5),(S2,0), (S1,3)>	<(S3, 0.0),(S2,0), (S1,0)>	<(S3, 0.0),(S2,0), (S1,0)>	<(S3,0. 0),(S2, 0), (S1,0) >

			(S1,0)>	1)>	(S1,1)>							
c_3	<(S3,0.0),(S2,0),(S1,0)>	<(S3,0.0),(S2,0),(S1,0)>	<(S3,0.0),(S2,0),(S1,0)>	<(S3,0.0),(S2,0),(S1,0)>	<(S3,0.0),(S2,0),(S1,0)>	<(S3,0.0),(S2,0),(S1,0)>	<(S3,0.2),(S2,0),(S1,1)>	<(S3,0.3),(S2,0),(S1,1)>	<(S3,0.1),(S2,0),(S1,3)>	<(S3,0.4),(S2,0),(S1,0)>	<(S3,0.0),(S2,0),(S1,2)>	<(S3,0.5),(S2,0),(S1,3)>
c_4	<(S3,0.8),(S2,2),(S1,5)>	<(S3,0.0),(S2,0),(S1,2)>	<(S3,0.5),(S2,0),(S1,3)>	(S3,0.8),(S2,2),(S1,5)>	<(S3,0.0),(S2,0),(S1,0)>	<(S3,0.0),(S2,0),(S1,0)>	(S3,0.8),(S2,2),(S1,5)>	<(S3,0.0),(S2,0),(S1,0)>	<(S3,0.0),(S2,0),(S1,0)>	(S3,0.8),(S2,2),(S1,5)>>	<(S3,0.3),(S2,0),(S1,1)>	<(S3,0.1),(S2,0),(S1,3)>
c_5	<(S3,0.0),(S2,0),(S1,0)>	<(S3,0.0),(S2,0),(S1,0)>	<(S3,0.0),(S2,0),(S1,0)>	<(S3,0.4),(S2,0),(S1,0)>	<(S3,0.0),(S2,0),(S1,2)>	<(S3,0.5),(S2,0),(S1,3)>	<(S3,0.0),(S2,0),(S1,0)>	<(S3,0.0),(S2,0),(S1,0)>	<(S3,0.0),(S2,0),(S1,0)>	<(S3,0.0),(S2,0),(S1,0)>	<(S3,0.0),(S2,0),(S1,0)>	<(S3,0.0),(S2,0),(S1,0)>

Para calcular la evaluación colectiva, el operador 2-TLNNWA se utiliza el vector de ponderación V=[0.8,0.2,0.5] de la tabla 3.

Tabla 5: Evaluación colectiva para cada equipo.

<(S3,0.7),(S2,25), (S1,46)>	e2
<(S3,0.9),(S2,4), (S1,6)>	e3
<(S3,0.8),(S2,2), (S1,5)>	e1

Finalmente, ordenamos todas las evaluaciones colectivas y establecemos una clasificación entre los equipos con el propósito de identificar las mejores funciones de puntuación calculadas.

Tabla 6: Resultados de la función de puntuación

<(S3,0.8),(S2,2), (S1,5)>	e1
<(S3,0.7),(S2,25), (S1,46)>	e2
<(S3,0.9),(S2,4), (S1,6)>	e3

En el estudio de caso, la clasificación es como sigue: $e_1 < e_2 < e_3$

Conclusiones

Las empresas para lograr garantizar cumplir con la misión encomendada, requieren garantizar que las Tecnologías de la Información sean confiables y estén aptas para satisfacer las necesidades empresariales. Para disminuir el impacto de afectaciones se deben establecer mecanismos que faciliten la toma de decisiones sobre las necesidades de mantenimiento de las tecnologías de la información.

La presente investigación desarrolló un método para la determinación de las necesidades de mantenimiento a las Tecnologías de la Información, en su funcionamiento se nutrió de términos lingüísticos para facilitar su comprensión. El método propuesto fue aplicado mediante un ejemplo demostrativo. Se constató que el método representa una alternativa viable para su puesta en práctica.

Referencias

[1] M. L. Vázquez, and F. Smarandache, *Neutrosofía: Nuevos avances en el tratamiento de la incertidumbre*: Infinite Study, 2018.

[2] J. Sánchez, “Integración curricular de las TICs: conceptos e ideas,” *Santiago: Universidad de Chile*, 2002.

[3] P. Martínez Clares, J. Pérez Cusó, and M. Martínez Juárez, “Las TICS y el entorno virtual para la tutoría universitaria,” *Educación XXI: revista de la Facultad de Educación,* vol. 19, no. 1, pp. 287-310, 2016.

[4] D. M. E. Barbosa, and A. H. Ayala, “El uso de las TICs en las PYMES exportadoras,” *Dimensión empresarial,* vol. 15, no. 1, pp. 184-205, 2017.

[5] H. Flores, and E. ROQUELIN, “Uso de Tics en el rendimiento académico de estudiantes del área de educación para el trabajo de 5° año de secundaria IE Manuel Ignacio Seminario Carrasco-Buenos Aires Morropón 2018,” 2019.

[6] A. Gutiérrez, C. Luis, and S. D. Cerezo Yánez, “Análisis del banco de pruebas para circuitos eléctricos de la universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil utilizando tecnologías Tics,” 2019.

[7] L. M. González Barrón, and G. A. León Duarte, “Sociedad digital frente a la dependencia, socialización y ciberacoso móvil. Una perspectiva desde la interdisciplina,” 2018.

[8] H. Hernandez, “Tecnologias de la informacion y la comunicación,” *Corporacion Universitaria de la Costa*, 2016.

[9] J. G. Ardila Marín, M. I. Ardila Marín, D. Rodríguez Gaviria, and D. A. Hincapié Zuluaga, “La gerencia del mantenimiento: Una revisión,” *Dimensión Empresarial,* vol. 14, no. 2, pp. 127-142, 2016.

[10] M. Leyva-Vázquez, F. Smarandache, and J. E. Ricardo, “Artificial intelligence: challenges, perspectives and neutrosophy role.(Master Conference),” *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valore,* vol. 6, no. Special, 2018.

[11] M. Herrera-Galán, and Y. Duany-Alfonzo, “Metodología e implementación de un programa de gestión de mantenimiento,” *Ingeniería industrial,* vol. 37, no. 1, pp. 2-13, 2016.

[12] P. J. E. Ricardo, and P. B. N. M. Roca, “LA PEDAGOGÍA COMO INSTRUMENTO DE GESTIÓN SOCIAL.”

[13] M. I. A. Prieto, “Mantenimiento Predictivo,” 2016.

[14] J. W. M. Erazo, H. D. G. Chicue, and J. F. F. Marulanda, “GUÍA PARA LA GENERACIÓN DE PLANES DE MANTENIMIENTO BASADOS EN ISO 9001: 2008 Y ANSI/ISA 88, 95. CASO DE ESTUDIO: PLANTA TRILLADORA DE CAFÉ PERGAMINO,” *REVISTA COLOMBIANA DE TECNOLOGIAS DE AVANZADA (RCTA),* vol. 1, no. 33, 2019.

[15] J. Labarga de Navarro, “Mantenimiento evolutivo de un juego educativo para ordenador,” 2015.

[16] J. Estupiñan Ricardo, M. E. Llumiguano Poma, A. M. Argüello Pazmiño, A. D. Albán Navarro, L. Martín Estévez, and N. Batista Hernandez, “Neutrosophic model to determine the degree of comprehension of higher education students in Ecuador,” *Neutrosophic Sets & Systems,* vol. 26, 2019.

[17] A. Rodríguez-Zulaica, R. Pastor, and F.-V. Ara, “Evolución de la intermediación turística en España tras la aparición de las TIC en el sector,” 2017.

[18] M. E. L. León, and H. S. Medina, “Las TIC. Un nuevo escenario para el desarrollo local de las comunidades,” *Opción,* vol. 32, no. 10, pp. 71-94, 2016.

[19] M. Grande, R. Cañón, and I. Cantón, “Tecnologías de la información y la comunicación: Evolución del concepto y características,” *IJERI: International Journal of Educational Research and Innovation*, no. 6, pp. 218-230, 2016.

[20] C. G. M. Luz, *Educación y tecnología: estrategias didácticas para la integración de las TIC*: Editorial UNED, 2018.

[21] J. R. Volpentesta, “El impacto de las TIC sobre las estructuras organizacionales y el trabajo del hombre en las empresas,” *FACES,* vol. 22, no. 46, pp. 81-94, 2016.

[22] RAE, “Diccionario de la Lengua Española,” *Real Academia Española*, 2019.

[23] M. L. T. Clavijo, R. H. ZARTA, J. W. Z. Sossa, R. E. Reveiz, J. H. D. Uribe, and J. G. Garcés, “Vigilancia tecnológica y análisis del ciclo de vida de la tecnología: técnicas de evaluación de la usabilidad, métricas y herramientas en el sector TICs,” *Espacios,* vol. 38, no. 22, pp. 28, 2017.

[24] N. B. Hernandez, and J. E. Ricardo, *Gestión empresarial y posmodernidad*: Infinite Study, 2018.

[25] O. Mar, and B. Bron, “Procedimiento para determinar el índice de control organizacional utilizando Mapa Cognitivo Difuso,” *Serie Científica,* vol. Vol.9, no. No.6, pp. 79-90, 2016.

[26] O. Mar, I. Santana, and J. Gulín, “Algoritmo para determinar y eliminar nodos neutrales en Mapa Cognitivo Neutrosófico,” *Neutrosophic Computing and Machine Learning,* vol. 8, pp. 4-11, 2019.

[27] H. Wang, F. Smarandache, R. Sunderraman, and Y. Q. Zhang, *Interval Neutrosophic Sets and Logic: Theory and Applications in Computing: Theory and Applications in Computing*: Hexis, 2005.

[28] F. Smarandache, *A Unifying Field in Logics: Neutrosophic Logic. Neutrosophy, Neutrosophic Set, Neutrosophic Probability: Neutrsophic Logic. Neutrosophy, Neutrosophic Set, Neutrosophic Probability*: Infinite Study, 2005.

[29] O. Mar, I. Santana, and J. Gulín, “Competency assessment model for a virtual laboratory system and distance using fuzzy cognitive map,” *Revista Investigación Operacional* vol. 38, no. 2, pp. 170-178, 2017.

[30] J. Ye, “Single-valued neutrosophic minimum spanning tree and its clustering method,” *Journal of intelligent Systems,* vol. 23, no. 3, pp. 311-324, 2014.

[31] R. Sahin, and M. Yigider, “A Multi-criteria neutrosophic group decision making metod based TOPSIS for supplier selection,” *arXiv preprint arXiv:1412.5077*, 2014.

[32] J. Wang, G. Wei, and Y. Wei, “Models for green supplier selection with some 2-tuple linguistic neutrosophic number Bonferroni mean operators,” *Symmetry,* vol. 10, no. 5, pp. 131, 2018.

[33] M. L. VÁZQUEZ, N. B. HERNANDEZ, and F. SMARANDACHE, *MÉTODOS MULTICRITERIOS PARA DETERMINACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DE LA GESTIÓN PÚBLICA Y EL ANÁLISIS DE LA TRASPARENCIA*: Infinite Study.

[34] F. Mata, “Modelos para sistemas de apoyo al consenso en problemas de toma de decisión en grupo definidos en contextos lingüisticos multigranulares,” *Universidad de Jaén, Doctoral Thesis Jaén*, 2006.

[35] M. Y. L. Vázquez, K. Y. P. Teurel, A. F. Estrada, and J. G. González, “Modelo para el análisis de escenarios basados en mapas cognitivos difusos: estudio de caso en software biomédico,” *Ingenieria y Universidad: Engineering for Development,* vol. 17, no. 2, pp. 375-390, 2013.

[36] N. B. Hernandez, M. B. Ruilova Cueva, and B. N. Mazacón, “Prospective analysis of public management scenarios modeled by the Fuzzy Delphi method,” *Neutrosophic Sets and Systems,* vol. 26, no. 1, pp. 17, 2019.

Received: octubre 23, 2019. Accepted: diciembre 19, 2019

Neutrosophic Computing and Machine Learning , Vol. 11, 2020
University of New Mexico

Método para el control de choferes de la Cooperativa de Taxis en Babahoyo mediante el reconocimiento facial, con el empleo de números nesutrosóficos de valor

Angel Alamiro Riera Recalde[1] , Luís Alberto Cadena Hurtado[2] , Esther Karina Castro Pataron[3] , Gisell Karina Arreaga Farias[4]

[1]Docente, Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ecuador. E-mail: ub.angelriera@uniandes.edu.ec
[2]Transvial Babahoyo, Ecuador. E-mail: lucadena@hotmail.com
[3]Docente, Uniandes sede Babahoyo, Ecuador. E-mail: ub.coordinacionsg@uniandes.edu.ec
[4]Docente, Uniandes sede Babahoyo, Ecuador. E-mail: ub.vinculacioncs@uniandes.edu.ec

Resumen. La gestión desasistida de los procesos que se realizan en las diferentes entidades, representa una tarea de vital importancia para el control y crecimiento de las organizaciones. En la cooperativa de Taxis Babahoyo se realiza el registro y control de asistencia de los socios de forma manual representando una tarea engorrosa de realizar. El presente trabajo, describe una solución a la problemática planteada mediante el desarrollo de un método para el reconocimiento facial utilizando números neutrosóficos de valor único. El método propuesto está diseñado para seleccionar la alternativa de la base de conocimiento que cumpla con las características del individuo en cuestión. Además, facilita la gestión del control automátizado sin la intervensión de trabajadores.

Palabras Claves: Reconocimiento facial, números neutrosóficos de valor únicos, gestión de la información.

1. Introducción

La gestión de la información en las organizaciones representa un recurso que facilita el control y la toma de decisiones empresariales [1], [2]. Gestionar por su parte, introduce como reto la transformación en la forma de hacer las actividades y procedimientos [3]. El sector empresarial no queda ajeno a los procesos de gestión como una forma de elevar su eficiencia y competitividad [4]. La gestión garantiza el almacenamiento de la información lo que contribuye a la toma de decisiones[5].

En Ecuador la gestión de la información se ha integrado armónicamente como parte del funcionamiento de las empresas [6]. En la cooperativa de Taxis Babahoyo, se realiza el registro y control de asistencia de los socios como mecanismo de control el cual permite la asignación de trabajo y la evaluación del rendimiento. Sin embargo, dicho proceso es realizado de forma manual representando una tarea engorrosa de realizar.

El control del personal ha sido abordado en la literatura científica [7], [8], [9] como un método de autenticación y control de acceso [10], [11]. Diversos han sido los mecanismos desarrollados en la actualidad donde se destaca la autenticación y controla de acceso mediante reconocimiento facial [12], [13], [14].

Para el contexto de la presente investigación se puede modelar como un problema de autenticación y control de acceso donde:

- Se posee un grupo de personas o asociados,
- Que son controlados diariamente mediante un método de control,
- A los que se les asigna trabajo y
- Se controla su rendimiento.

Partiendo de la descripción de la problemática planteada se define como objetivo de la presente investigación: desarrollar un método para el control de asistencia de la cooperativa de taxis Babahoyo mediante reconocimiento facial con el empleo de números neutrosóficos de valor único.

2. Preliminares

En la presente sección se introducen los referentes teóricos utilizados para el desarrollo del método propuesto. Inicia con la teoría sobre el reconocimiento facial. Además, realiza un resumen sobre los números neutrosóficos. Finalmente, describe la creación de perfiles faciales mediante números neutrosóficos de valor único.

2.1 Aproximación sobre el reconocimiento facial

El reconocimiento facial es un dato biométrico relativamente nuevo utilizado para identificar personas [15]. Implementa un conjunto de algoritmos computacionales que automáticamente pueden identificar o verificar una persona mediante la comparación y el análisis de modelos basados en sus rasgos y contornos faciales [13], [16], [17].

Es un dato biométrico introducido recientemente por los servicios policiales y otros organismos de todo el mundo. Al ser algo incipiente en la mayoría de los países, todavía se están estableciendo las normas y buenas prácticas.

Las expresiones faciales son utilizadas por los seres humanos y los animales para su comunicación, interacción social y especialmente para transmitir las emociones a sus pares. El desarrollo del reconocimiento facial emocional suele ser un proceso gradual, el cual se ve afectado por múltiples factores que van desde la edad hasta el contexto en donde las personas se desenvuelven, situaciones de desarrollo cognitivo y neuronal, entre otras [14].

A través del rostro se puede extraer infinidad de claves que proporcionan información útil para la interacción social y la adecuada comunicación, de igual manera permite identificar emociones y predecir actos respecto a lo que observamos. La sola expresión facial de una emoción implica una organización muscular compleja y este patrón permite distinguir una emoción de otra [18].

2.2 Perfiles faciales mediante números neutrosóficos de valor único

La lógica neutrosófica es un armazón general para unificación de muchas lógicas existentes. Generaliza la lógica borrosa (especialmente la lógica intuicionista borrosa). La idea importante de NL es caracterizar cada declaración lógica en un espacio 3D neutrosofico, donde cada dimensión del espacio representa la verdad (T) respectivamente, la falsedad (F), y indeterminancia (I) de la declaración baja consideración, donde T, I, F son estandarte o no estandarte real subconjunto de]-0, 1+[[19], [20].

La unidad de intervalo clásico [0,1] se puede usado. T,I,F son componentes independientes dejando espacio para información incompleto (cuando la suma superior <1), para consecuente y información contradictoria (cuando el suma superior >1) o información completa (suma de componentes =1)[21], [22], [20].

Los conjuntos Neutrosóficos son una generalización de conjunto borroso (espacialmente de conjunto intuicionístico borroso). Deja ser U, un universo de discurso, y M un conjunto incluido en U. Un elemento x de U es notado en respeto del conjunto M como x(T, I, F)y pertenece a M en el modo siguiente: Es t% verdad en el conjunto, i% indeterminante (desconocido si sea) en el conjunto, y f% falso, donde t varia en T, i varia en I, f varia en F [23], [24].

Estadísticamente T, I, F son subconjuntos, pero dinámicamente T, I, F son funciones o operaciones dependiente de muchos parámetros desconocidos o conocidos [21], [25].

Con el propósito facilitar la aplicación práctica a problema de la toma de decisiones y de la ingeniería se realizó la propuesta los conjuntos neutrosóficos de valor único [26] (SVNS por sus siglas en inglés) los cuales permiten el empleo de variable lingüísticas[27]lo que aumenta la interpretabilidad en los modelos de recomendación y el empleo de la indeterminación.

Sea X un universo de discurso.Un SVNSA sobre X es un objeto de la forma.

$$A = \{\langle x, u_A(x), r_A(x), v_A(x)\rangle : x \in X\}d \quad (1)$$

donde $u_A(x): X \rightarrow [0,1]$, $r_A(x), : X \rightarrow [0,1]$ y $v_A(x): X \rightarrow [0,1]$ con $0 \le u_A(x) + r_A(x) + v_A(x) :\le 3$ para todo $x \in X$. El intervalo $u_A(x), r_A(x)$ y $v_A(x)$denotan las membrecías a verdadero, indeterminado y falso de x en A, respectivamente. Por cuestiones de conveniencia un número SVN será expresado como $A = (a, b, c)$, donde a, b, $c \in [0,1]$, y + b + $c \le 3$.

3. Método neutrosófico para el control de asistencia

El método propuesto consta de tres procesos principales, selección de perfiles, evaluación de las alternativas y selección de la base de conocimiento del perfil de semejanza. La Figura 1 muestra un esquema con el funcionamiento general del método propuesto.

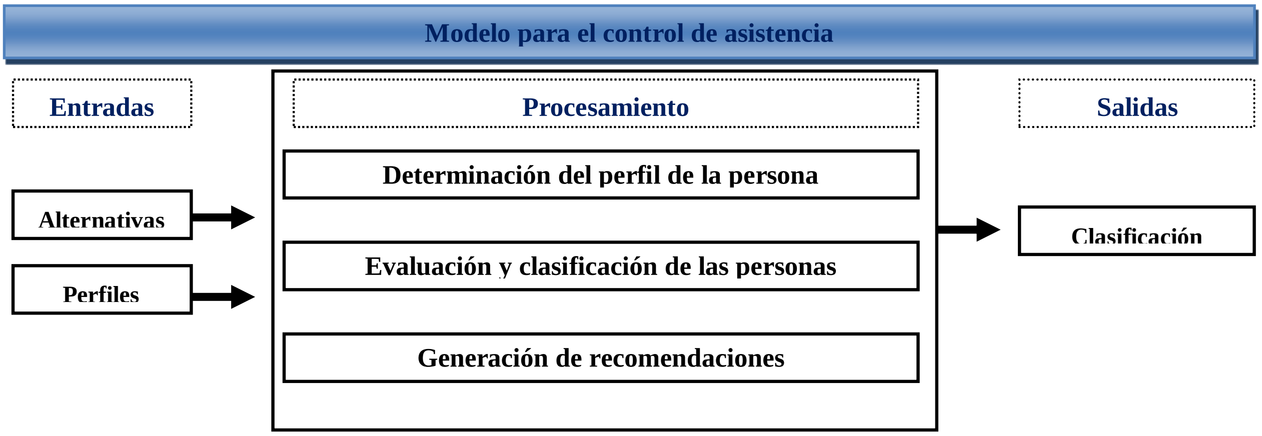


Figura1: Esquema general del funcionamiento del método.

A continuación, se presenta el flujo de trabajo. Está basado fundamentalmente en la propuesta de Cordón [28, 29], [30] para sistemas de recomendación basados en conocimiento permitiendo representar términos lingüísticos y la indeterminación mediante números SVN.

La descripción detallada de cada una de sus actividades y del modelo matemático que soporta la propuesta es presentada a continuación.

3.1 Creación de la base de datos con los perfiles de las personas

Cada una de las personas a_i será descrita por un conjunto de características que conformarán el perfil de las personas.

$$C = \{c_1, \dots, c_k, \dots, c_l\} \quad (2)$$

Este perfil puede ser obtenido de forma directa a partir de los algoritmos computacionales utilizados para la captura de datos de las personas:

$$F_{a_j} = \{v_1^j, \dots, v_k^j, \dots v_l^j\}, j = 1, \dots n \quad (3)$$

Las valoraciones de las características de las personas, a_j, serán expresadas utilizando la escala lingüística S, $v_k^j \in S$ donde $S = \{s_1, \dots, s_g\}$ es el conjunto de término lingüísticos definidos para evaluar la característica c_k utilizando los números SVN. Para esto los términos lingüísticos a emplear son definidos.

Una vez descritas el conjunto de personas que representan las alternativas:

$$A = \{a_1, \dots, a_j, \dots, a_n\} \quad (4)$$

Los perfiles son guardados en una base de datos para su posterior recuperación.

3.2 Obtención del perfil de las personas

En esta actividad se determina la información de las personas sobre las preferencias de estos almacenándose en un perfil de modo que:

$$P_e = \{p_1^e, \dots, p_k^e, \dots, p_l^e\} \quad (5)$$

El perfil estará integrado por un conjunto de atributos que caracterizan a las personas:

$$C^e = \{c_1^e, \dots, c_k^e, \dots, c_l^e\} \quad (6)$$

Donde $c_k^e \in S$

Este puede ser obtenido mediante ejemplo o mediante el llamado enfoque conversacional y mediante ejemplos los cuales pueden ser adaptados [31].

3.3 Filtrado de las personas

En esta actividad se filtran las personas de acuerdo al perfil almacenado para encontrar cuáles son las más adecuadas según las características presentes.

Con este propósito se calculada la similitud entre el perfil de las personas, P_e y cada perfil disponible $a_j$registrado en la base de datos. Para el cálculo de la similitud total se emplea la siguiente expresión:

$$S_i = 1 - \left(\left(\frac{1}{3} \sum_{j=1}^{n} \left\{ \left(\left| a_{ij} - a_j^* \right| \right)^2 + \left(\left| b_{ij} - b_j^* \right| \right)^2 + \left(\left| c_{ij} - c_j^* \right| \right)^2 \right\} \right)^{\frac{1}{2}} \right) \quad (7)$$

La función S calcula la similitud entre los valores de los atributos del perfil de las personas y los almacenados, a_j[32].

3.4 Generación de recomendaciones

Una vez calculada la similitud entre el perfil de las personas y los almacenados en la base de datos, cada uno de los perfiles se ordenan de acuerdo a la similitud obtenida representados por el siguiente vector de similitud.

$$D = (d_1, \ldots, d_n) \quad (8)$$

La mejor recomendación serán aquellas que mejor satisfagan las necesidades del perfil de la persona o sea que presente mayor similitud.

4. Aplicación del método en el control del personal de la Cooperativa de Taxis Babahoyo.

La presente sección describe la implementación del método propuesto para el reconocimiento facial del registro y control de asistencia de los socios de la cooperativa de Taxis y Camionetas Puyo. La herramienta permite la obtención de datos confiables de los socios en las reuniones beneficiando y facilitando el trabajo manual al personal administrativo de la institución.

Para la aplicación de la propuesta se parte del conjunto de datos almacenados en la base de datos sobre las grabaciones realizadas para el control del acceso de la institución. A continuación, se presenta un ejemplo demostrativo a partir del cual se parte de la base de datos que posee:

$$A = \{a_1, a_2, a_3, a_4, a_5\}$$

Descrito por el conjunto de atributos

$$C = \{c_1, c_2, c_3, c_{4,}, c_5\}$$

Los atributos se valorarán en la siguiente escala lingüística (Tabla 1). Estas valoraciones serán almacenadas para nutrir la base de datos.

Tabla 1: Términos lingüísticos empleados [33].

Término lingüístico	Números SVN
Extremadamente buena(EB)	(1,0,0)
Muy muy buena (MMB)	(0.9, 0.1, 0.1)
Muy buena (MB)	(0.8,0,15,0.20)
Buena(B)	(0.70,0.25,0.30)
Medianamente buena (MDB)	(0.60,0.35,0.40)
Media(M)	(0.50,0.50,0.50)
Medianamente mala (MDM)	(0.40,0.65,0.60)
Mala (MA)	(0.30,0.75,0.70)
Muy mala (MM)	(0.20,0.85,0.80)
Muy muy mala (MMM)	(0.10,0.90,0.90)
Extremadamente mala (EM)	(0,1,1)

La Tabla 2 muestra una vista con los datos utilizado en este ejemplo.

Tabla 2: Base de datos de perfiles personales.

	c_1	c_2	c_3	c_4
a_1	B	MDB	MMB	M
a_2	M	B	MB	MD
a_3	B	MMB	M	M
a_4	B	M	MMB	B
a_5	B	B	MB	MDB

Si un persona u_e, desea recibir las recomendaciones del sistema deberá proveer información al mismo expresando sus perfil persona. En este caso:

$$P_e = \{\text{MB}, \text{MB}, \text{MMB}, \text{MDB}\}$$

El siguiente paso en nuestro ejemplo es el cálculo de la similitud entre el perfil personal y los perfiles almacenada en la base de datos.

Tabla 3: Similitud entre los perfiles almacenados y el perfil personal

a_1	a_2	a_3	a_4	a_5
0.84	0.44	0.42	0.76	0.56

En la fase de recomendación se recomendará aquel perfil que más se acerquen al perfil personal. Un ordenamiento de los perfiles basado en esta comparación sería el siguiente.

$$\{a_1, a_4, a_5, a_2, a_3\}$$

En caso de que el sistema recomendara los dos productos más cercanos, estas serían las recomendaciones:

$$a_1, a_4$$

La aplicación de las recomendaciones provee una vecindad lo más cercano al perfil comparativo para el ejemplo en cuestión la solución es:

$$a_1$$

A partir de la demostración realizada se evidencia la aplicabilidad de la propuesta.

Conclusiones

El presente trabajo desarrolló un método para el control de asistencia de afiliados en la Cooperativa de Taxis Babahoyo mediante reconocimiento facial que sigue el enfoque basado en conocimiento. El mismo se basa en el empleo de los números SVN para expresar términos lingüísticos.

La aplicación del método propuesto permitió a partir de la demostración realizada la identificación del perfil personal que más corresponde al grupo de características de la persona que se identifica demostrándose la aplicabilidad del método.

Los perfiles personales generados de la identificación se almacenan en base de datos para nutrir la base de casos del método. Se recomienda trabajar en la inclusión de modelos de agregación más complejos para la generación de recomendaciones.

Referencias

[1] L. T.-M. de Oca, D. Nogueira-Rivera, A. Medina-León, and A. d. l. A. Serrate-Alfonso, “Requerimientos de los sistemas informativos para potenciar el control de gestión empresarial,” *Ciencias Holguín,* vol. 24, no. 1, pp. 43-56, 2018.

[2] G. P. Dante, “La información y el conocimiento como recursos organizacionales en Cuba: algunos aportes sobre este proceso desde la academia,” *Bibliotecas. Anales de Investigación,* vol. 14, no. 1, pp. 73-81, 2018.

[3] Y. RODRÍGUEZ-CRUZ, and M. PINTO, “Modelo de uso de información para la toma de decisiones estratégicas en organizaciones de información,” *Transinformação,* vol. 30, no. 1, pp. 51-64, 2018.

[4] C. d. P. H. de Pablos, J. J. L. H. Agius, S. M.-R. Romero, and S. M. Salgado, *Organización y transformación de los sistemas de información en la empresa*: ESIC, 2019.

[5] R. L. H. González, and A. H. Nuchera, “Dinámica de la gestión de la innovación de servicios y co-creación en empresas del sector economía digital,” *Contaduría y administración,* vol. 64, no. 1, pp. 8, 2019.

[6] C. Chavez, E. Hovet, and W. B. Silva Cabanillas, “Análisis de la gestión de inventarios de las empresas en los últimos cinco años,” 2019.

[7] H. A. Olano García, “Teoría del control de convencionalidad,” *Estudios constitucionales,* vol. 14, no. 1, pp. 61-94, 2016.
[8] R. J. Martelo, L. C. Tovar, and D. A. Maza, “Modelo Básico de Seguridad Lógica. Caso de Estudio: el Laboratorio de Redes de la Universidad de Cartagena en Colombia,” *Información tecnológica,* vol. 29, no. 1, pp. 3-10, 2018.
[9] J. Muñiz, A. Hernández, and V. Ponsoda, “Nuevas directrices sobre el uso de los tests: investigación, control de calidad y seguridad,” *Papeles del psicólogo,* vol. 36, no. 3, pp. 161-173, 2015.
[10] M. V. P. Mondragón, and E. P. Guillén, “Servicios de autenticación y autorización orientados a internet de las cosas,” *Revista Telemática,* vol. 17, no. 2, pp. 42-51, 2019.
[11] J. Vargas, D. Guevara, F. Mayorga, F. Sánchez, and D. Díaz, “Generación de librerías de código base para autenticación a través de certificados SSL generados automáticamente utilizando Java,” 2016.
[12] E. Gonzalez-Sosa, R. Vera-Rodriguez, J. Fierrez, and J. Ortega-Garcia, “Validación Experimental de la Influencia de Oclusiones en Reconocimiento Facial,” *Proc. of The XXXI Simposium Nacional de la Unión Científica Internacional de Radio (URSI),* 2016.
[13] F. G. C. Julián, M. V. Reyes, A. L. Sánchez, and C. A. J. Ríos, “Reconocimiento facial por el método de eigenfaces,” *Pistas Educativas,* vol. 39, no. 127, 2018.
[14] L. V. L. VAZQUEZ, A. J. R. Silva, E. R. Díaz, and J. M. V. KENANI, “Una metodología robusta aplicada al reconocimiento facial,” *DYNA,* vol. 93, no. 6, 2018.
[15] C. J. Bravo, P. E. Ramírez, and J. Arenas, “Aceptación del Reconocimiento Facial Como Medida de Vigilancia y Seguridad: Un Estudio Empírico en Chile,” *Información tecnológica,* vol. 29, no. 2, pp. 115-122, 2018.
[16] S. Iglesias-Hoyos, A. d. Castillo Arreola, and J. I. Muñoz-Delgado, “Reconocimiento facial de expresión emocional: diferencias por licenciaturas,” *Acta de investigación psicológica,* vol. 6, no. 3, pp. 2494-2499, 2016.
[17] M. E. Tabernero, W. Y. Rubinstein, F. C. Cossini, and D. G. Politis, “Reconocimiento facial de emociones básicas en demencia frontotemporal variante conductual y en enfermedad de Alzheimer,” *Neurología Argentina,* vol. 8, no. 1, pp. 8-16, 2016.
[18] J. Cordero, and J. Aguilar, “Reconocimiento multimodal de emociones en un entorno inteligente basado en crónicas,” *Gráficas El Portatítulo,* pp. 525-541, 2016.
[19] F. Smarandache, "A unifying field in Logics: Neutrosophic Logic," *Philosophy*, pp. 1-141: American Research Press, 1999.
[20] F. Smarandache, and S. Pramanik, *New trends in neutrosophic theory and applications*: Infinite Study, 2016.
[21] M. L. Vázquez, and F. Smarandache, *Neutrosofía: Nuevos avances en el tratamiento de la incertidumbre*: Infinite Study, 2018.
[22] F. Smarandache, and M. Leyva-Vázquez, *Fundamentos de la lógica y los conjuntos neutrosóficos y su papel en la inteligencia artificial*: Infinite Study, 2018.
[23] O. Mar, I. Santana, and J. Gulín, “Algoritmo para determinar y eliminar nodos neutrales en Mapa Cognitivo Neutrosófico,” *Neutrosophic Computing and Machine Learning,* vol. 8, pp. 4-11, 2019.
[24] F. Smarandache, and T. Paroiu, *Neutrosofia ca reflectarea a realităţii neconvenţionale*: Infinite Study, 2012.
[25] J. González, and O. Mar. "Algoritmo de clasificación genética para la generación de reglas de clasificación," No.1, Vol.8; https://www.redib.org/recursos/Record/oai_articulo983540-algoritmo-clasificacion-genetica-generacion-reglas-clasificacion.
[26] H. Wang, F. Smarandache, Y. Zhang, and R. Sunderraman, “Single valued neutrosophic sets,” *Review of the Air Force Academy,* no. 1, pp. 10, 2010.
[27] M. Y. L. Vázquez, K. Y. P. Teurel, A. F. Estrada, and J. G. González, “Modelo para el análisis de escenarios basados en mapas cognitivos difusos: estudio de caso en software biomédico,” *Ingenieria y Universidad: Engineering for Development,* vol. 17, no. 2, pp. 375-390, 2013.
[28] L. G. P. Cordón, “Modelos de recomendación con falta de información. Aplicaciones al sector turístico,” Universidad de Jaén, 2008.
[29] M. R. M. Arroyave, A. F. Estrada, and R. C. González, “Modelo de recomendación para la orientación vocacional basado en la computación con palabras [Recommendation models for vocational orientation based on computing with words],” *International Journal of Innovation and Applied Studies,* vol. 15, no. 1, pp. 80, 2016.

[30] O. Mar-Cornelio, I. Santana-Ching, and J. González-Gulín, "Sistema de Laboratorios Remotos para la práctica de Ingeniería de Control," *Revista científica*, vol. 3, no. 36, 2019.

[31] L. Pérez, "Modelo de recomendación con falta de información. Aplicaciones al sector turístico," Tesis doctoral. Universidad de Jaén, 2008.

[32] K. Pérez-Teruel, M. Leyva-Vázquez, and V. Estrada-Sentí, "Mental Models Consensus Process Using Fuzzy Cognitive Maps and Computing with Words," *Ingenieria y Universidad*, vol. 19, no. 1, pp. 7-22, 2015.

[33] R. Sahin, and M. Yigider, "A Multi-criteria neutrosophic group decision making metod based TOPSIS for supplier selection," *arXiv preprint arXiv:1412.5077*, 2014.

Received: octubre 29, 2019. Accepted: enero 09, 2020

Neutrosophic Computing and Machine Learning, Vol. 11, 2020

University of New Mexico

Mapa cognitivo neutrosófico para el analisis de la influencia de los rendimientos productivos y repotencialización de los sistemas de calidad en el proceso de instrumentación industrial

Rosendo Arnaldo Gil Avilés[1], Miguel Francisco Galarza Villalba [2], Carmen Magalis León Segura[3] , Ismel Bravo Placeres[4]

[1] Docente, Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ecuador. E-mail: ub.rosendogil@uniandes.edu.ec

[2] Docente, Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ecuador. E-mail: ub.miguelgalarza@uniandes.edu.ec

[3] Docente, Facultad de Jurisprudencia y ciencias sociales y Políticas Universidad de Guayaquil, Ecuador. E-mail: carmen.leons@ug.edu.ec

[4] Docente, Facultad de Ciencias Administrativas Universidad de Guayaquil, Ecuador. E-mail: ismel.bravopla@ug.edu.ec

Resumen. Los instrumentos de control están universalmente aceptados, en la actualidad es inconcebible la existencia de una industria moderna sin instrumentos, debido a las necesidades y exigencias de los mercados. La obtención de productos terminados con las garantías de calidad exigidas y en la cantidad suficiente es vital, para lograr un adecuado precio competitivo, lo que fuerza a modificar el entorno industrial donde hace imprescindible la inclusión de la automatización industrial vista como el proceso mediante los instrumentos de medición y control. La implementación de equipos de control permite garantizar la seguridad en los procesos y la recopilación de información para validar que esta opere correctamente. De acuerdo con lo antes referido, en el presente trabajo se examinan las potencialidades de los sistemas de instrumentación industrial su influencia en los rendimientos productivos y en el beneficio de los sistemas de calidad a través del desarrollo de un mapa cognitivo neutrosófico, útiles para obtener una mayor interpretabilidad en lo que a instrumentación industrial se refiere.

Palabras Claves: Instrumentación industrial, rendimientos productivos, sistemas de calidad, mapa cognitivo neutrosófico.

1 Introducción

Con el objetivo de definir el concepto de automatización [1] realiza una breve reseña histórica sobre indicios referentes a sistema automatizados. El pionero en la creación de sistemas automáticos fue Ktesibios de Alejandría, que vivió en el 300 AC. Su invento consistía en un regulador de flotador que tenía como objetivo controlar la entrada del agua a un reloj de agua mediante una válvula de enchufe conectada a un flotador de madera en un tanque. Una gota en el nivel del agua en el tanque produciría que el flotador se cayera, abriendo la válvula para dejar entrar más agua y mantener el nivel de agua en el tanque.

Posteriormente los antiguos egipcios unieron brazos mecánicos a las estatuas de los dioses. Los sacerdotes eran los encargados mediante la gracia divina de inspirar movimientos a las máquinas. No fue hasta los siglos XVII y XVII cuando surgen los primeros muñecos mecánicos que presentan unas características muy similares a los robots actuales.

La revolución industrial produjo la aparición de nuevas creaciones mecánicas dentro del campo de la industria [1] indico que el mayor avance en la automatización de la época fue la aparición de los motores de vapor inventados por James Watt. Posteriormente surge el controlador Flyball que fue pionero de su época en la temática de control de fuerza. [2] definen de forma más completa el concepto de automatización mediante tres rasgos básicos.

- Control automático de la fabricación de un producto producido en un número de etapas sucesivas.
- El uso del control automático a cualquier rama de la ciencia o su aplicación en la industria.
- El tercer rasgo característico es el resumen de las dos anteriores; y consiste en el empleo de dispositivos electrónicos o mecánicos para sustituir trabajo humano.

En recientes investigaciones [1] define la automatización como operaciones automáticas realizadas por un

aparato, proceso o sistema que están controladas por aparatos mecánicos o electrónicos que actúan como los órganos del ser humando de olfato, vista. Tomando como referencia las definiciones de automatización planteadas existe una seria de ventajas e inconvenientes que influyen en su implantación. Las primeras investigaciones que exponen este conjunto de ventajas son de [3], destacándose:

- Aumento de la productividad y consistencia en los productos [4].
- La automatización genera una estabilidad y robustez en el sistema.
- Las tecnologías de automatización no presentan fallos.
- Mejorar las condiciones de trabajo del personal, incrementando la seguridad.
- Realizar las operaciones imposibles físicamente para el operador humano.
- Mejorar la disponibilidad de los productos, pudiendo generar las cantidades necesarias en el momento preciso.
- Integrar la gestión y producción.

En contraposición a las teorías [3], [5] exponen una serie de desventajas sobre la implantación de la automatización en una industria, entre las más sobresalientes se encuentran:

- La automatización es un nivel intermedio de inteligencia, con la suficiente potencia para poder llevar a cabo actividades realizadas por el humano. Este sistema no está capacitado para interactuar con todas las variantes del entorno.
- El software de automatización solo responde a situaciones previamente establecidas en el diseño. Los sistemas automáticos presentan varios grados de fragilidad en función de la actividad que realizan.
- La automatización es una herramienta englobada dentro del campo de la productividad, que lleva asociada unos costos, estos costos son muy importantes ya que conllevan la contratación de un personal cualificado que sea capaz de trabajar con las nuevas máquinas.
- La falta de claridad es un factor determinante para desaconsejar la automatización. En muchas ocasiones resulta muy difícil para el operador diferenciar que procesos actúan correctamente y cuáles no, y en caso de producirse un fallo como actuar.
- La aparición de las islas de automatización. Estas islas consisten en la unión de sistemas independientes y parcialmente automatizados para actuar como un solo sistema. La unión de los sistemas la realiza el operador.

A partir de la definición de automatización realizada por [1], surgen diferentes investigaciones sobre los tipos de automatización que existen. Los primeros autores en exponer sus resultados fueron [6].

Posteriormente las investigaciones de [Mirchandani, et al-1988] profundizan en el estudio de un nuevo tipo de automatización (la automatización flexible), partiendo de las teorías de [6]. Al respecto, [7] afirman que la base de la automatización flexible es la flexibilidad de la maquinaria.

La flexibilidad a la que está referida el citado autor, está condicionada a una planificación de la producción. La planificación consiste en una secuencia de decisiones donde se ven involucrados varios procesos, entre los cuales destacan: secuencia de trabajo de cada máquina, la rutina de los trabajos etc.

En las investigaciones de [8] se amplían los estudios planteados por [7] [6][1], definiendo cuatro tipos de automatización en función del control del proceso de fabricación:

- Automatización fija. Las restricciones que presentan los equipos de fabricación van a condicionar la secuencia de producción. Este tipo de automatización presenta las siguientes características
  - ✓ Está constituida por una secuencia sencilla de operaciones.
  - ✓ Requiere una gran inversión debido a la demanda de equipos muy especializados.
  - ✓ Posee unos elevados ritmos de producción.
  - ✓ No se adapta a variaciones de la demanda.

- Automatización programable. Se aplica en sistemas de fabricación donde el equipo de producción está diseñado para realizar cambios en la secuencia de operaciones según los diferentes productos. Es adecuada para la fabricación por lotes y no permite realizar cambios en la configuración de los productos, dentro de las características que completan la definición se encuentran:
  - ✓ Existencia de un periodo previo para la fabricación de los distintos lotes.

- ✓ Para realizar lotes de productos distintos, se introducen cambios en el programa y en la disposición física de los elementos.
- ✓ Se realiza una gran inversión en equipos de aplicación general como por ejemplo las máquinas de control numérico.
- ✓ Un ejemplo de este tipo de automatización son los PLC (Controladores lógicos programables) y los robots.

- ➭ Automatización flexible. Surge con el objetivo de subsanar algunas de las deficiencias presentadas por la automatización programable. Está capacitada para producir cambios en los programas y en la relación existente entre los elementos del sistema de fabricación. Un ejemplo de automatización flexible son las máquinas de control numérico.

- ➭ Automatización integrada. Su objetivo es la integración dentro del sistema productivo de los distintos tipos de automatización. Presenta las siguientes características:

  - ✓ Se reduce el tamaño de los lotes
  - ✓ Existe una mayor diversificación del producto en muchos casos superior a la automatización flexible.
  - ✓ Permite agilizar los plazos de entrega del producto.
  - ✓ Su implantación está justificada en procesos de producción discretos y en continuos. Por ejemplo, tiene una gran implantación en industrias químicas.

Basado en los conceptos definidos es posible realizar una fundamentación teórica de las distintas metodologías que permitan la automatización de un proceso de producción. En primer lugar, se ha de tener en cuenta que durante el proceso de diseño y planificación del producto es necesario tener en cuenta la toma de decisiones en cuanto a la elección de materiales a utilizar y la maquinaria.

Por otra parte, es de destacar que en situaciones de producción con menor cantidad de productos no existen tales elecciones y disminuyen la complejidad del sistema. Como síntesis de la primera fase del sistema de producción no se ratifica que su función está orientada al diseño de un modelo de producto a partir de las necesidades del mercado y por ello surge la fase de producción, definida por la (Oficina Americana de Tecnología, 1984), fase que se centra en la elección de las maquinarias necesarias para producir las piezas según los procesos definidos en la fase de diseño.

La fase de producción se subdivide en los siguientes tres subprocesos:

- ✓ Manipulación del material, cada uno de los procesos que se van a realizar exigen unos materiales precisos que deben ser trasladados de una zona a otra de la planta. Por este motivo existen diversas estaciones de trabajo que van a dividir los procesos en distintos subprocesos permitiendo una reducción de los costes y un aumento de la productividad. A modo de ejemplo se dispone de sistemas de transporte como carretillas y cintas transportadoras.
- ✓ Fabricación, en esta fase se realiza la transformación del material mediante unos métodos de fabricación. Los procesos más conocidos son extrusión, moldeado, torneado, fresado etc. La selección de cualquiera de estos métodos depende del tamaño y la forma de la pieza. Como ejemplo, para producir piezas cilíndricas se utiliza el proceso de torneado. En estos procesos de fabricación el tiempo de realización de las piezas juega un papel muy importante y dependiendo de su complejidad las piezas se producirán en mayor o menor tiempo, dando lugar a una mayor eficiencia en el proceso de producción.
- ✓ Acabado, la producción de productos implica una fase final de revisión. Los procesos de fabricación pueden producir imperfecciones en la pieza que deben ser eliminados y para evitar dichas imperfecciones se utilizan técnicas de control de calidad para aumentar la eficiencia de la línea de producción. Otras técnicas utilizadas para eliminar estas imperfecciones son el pulido de la pieza, su repintado, etc.

Una vez finalizada la fase de producción se entra a una nueva fase, denominada postproducción. En esta fase encontramos momentos claves: el ensamblaje y el control de calidad.

- ✓ En el ensamblaje se produce la unión de diversas piezas terminadas para producir una nueva entidad superior. Esta fase se considera enlace entre producción y postproducción, preparando al producto para superar la siguiente fase del control de calidad.

- ✓ En el control de calidad se establecen unos estándares para determinar qué productos deben ser enviados al mercado o permanecer en la zona de almacenamiento. El establecimiento de unos índices de calidad altos dota al sistema de una mayor productividad y eficiencia.

Según la conceptualización de calidad existen dos corrientes a la hora de implementar la calidad en una fase de la producción o en otra. Algunos autores plantean la posibilidad de que el control de calidad se realice durante el proceso de fabricación. Mientras que otros, consideran que el control de calidad debe realizarse después de terminar la fase de ensamblaje.

Basado en lo antes referido se desarrolla un mapa cognitivo neutrosófico, para analizar la influencia de los rendimientos productivos y repotencialización de los sistemas de calidad de los sistemas de instrumentación industrial, haciendo uso de la lógica neutrosófica.

Los mapas cognitivos neutrosóficos, facilitan una mayor interpretabilidad de los datos, relacionados con la influencia de los rendimientos productivos y repotencialización de los sistemas de calidad. La neutrosofía, que fue propuesta por [9] para el tratamiento de las neutralidades ha formado las bases para hacer uso una serie de teorías matemáticas que generalizan las teorías clásicas y difusas tales como los conjuntos neutrosóficos y la lógica neutrosófica, según refiere [10] y es por ello que su uso en diferentes técnicas es utilizado con frecuencia.

La definición original de valor de verdad en la lógica neutrosófica es mostrado según refiere [11] como $N = \{(T: T, I, F \subseteq [0,1])\}\ n$, lo que representa una valuación neutrosófica, considerada como un mapeo de un grupo de fórmulas proposicionales a N, y por cada sentencia p para obtener el resultado a través de la ecuación 1.

$$v(p) = (T, I, F) \quad (1)$$

Un grafo neutrosófico, es un grafo en el cual al menos un arco es un arco neutrosófico [12]. En una matriz de adyacencia neutrosófica los arcos cuando son iguales a 0, significan que no poseen conexión entre los nodos, cuando son iguales a 1, significa que posee conexión entre nodos, y cuando son iguales a I, significa que la conexión es indeterminada (desconocida si es o si no). Tales nociones no se utilizan en la teoría difusa.

2 Materiales y métodos

Sobre la basa de las características mencionadas en los procesos de automatización industrial y los referentes teóricos analizados, se desarrolló un marco de trabajo que facilita el análisis estático en un mapa cognitivo neutrosófico, el cual se centra en las dificultades que se plantean en los procesos de producción. Los mapas cognitivos neutrosóficos son una generalización de los mapas cognitivos difusos.

Los mapas cognitivos difusos son introducidos por Axelrod [13] donde los nodos representan conceptos o variables en un área de estudio determinada y los arcos indican influencias positivas o negativas, las que son consideradas relaciones causales. Ellos han sido aplicados en diversas áreas, especialmente en el apoyo a la toma de decisiones y en el análisis de sistemas complejo según refieren [14][2].

3 Resultados

Se obtiene como resultado, con respecto a las dificultades que se plantean en los procesos de producción industrial lo siguiente:

- En el flujo de información existen deficiencias que son consecuencias relacionadas con las grandes empresas a la hora de establecer en los procesos de producción, grupos de trabajo de gran cantidad de gente, lo que provoca pérdida de información en el tránsito de una fase a otra.
- La coordinación, entre el desarrollo de los distintos procesos de producción, es una de las deficiencias más relevantes y acusadas en los procesos de producción.
- La eficiencia, en los procesos de producción industrial plantean una gran cantidad de alternativas, cada alternativa lleva incorporada diferentes tipos de productos y maquinaria, esta diversidad de alternativas produce un desperdicio y mal uso de los materiales y pérdida en el tiempo de producción.
- La flexibilidad posee dificultades que inciden en lo económico, se entiende por flexibilidad el rango de productos y el volumen que puede producir una empresa. El mundo empresarial tan competitivo presenta cada vez más unos ciclos de vida de los productos más cortos y un aumento de la demanda de productos realizados a medida. Por estas razones, en muchos casos los sistemas de producción industrial pueden presentar ciertas deficiencias ya que no pueden responder ante las variaciones bruscas de la demanda y ciclos de vida de sus productos.

Los resultados obtenidos con respecto a las dificultades que se plantean en los procesos de producción son expresados en términos lingüísticos, ellos requieren de un tratamiento para obtener una mayor interpretabilidad y

para cuantificar los mismos. Por tal motivo, en el presente estudio, se utilizan los mapas cognitivos neutrosóficos, como herramienta para el modelado de las características que se relacionan con influencia de los rendimientos productivos y repotencialización de los sistemas de calidad en el proceso de instrumentación industrial.

El análisis estático en los mapas cognitivos neutrosóficos se centra en la selección de los conceptos que juegan un papel más importante en el sistema modelado [15][3]. Esta selección se realiza a partir de la matriz de adyacencia tomando en consideración el valor absoluto de los pesos [16].

Un análisis estático en mapas cognitivos neutrosóficos según [17][4] da como resultado inicialmente número neutrosóficos de la forma (a+bI, donde I = indeterminación) [18]. El mismo requiere de un proceso De-Neutrosificación tal como fue propuesto por Salmerón y Smarandache [19]. I $\in$ [0,1] es reemplazado por sus valores máximos y mínimos. Esencialmente para realizar un análisis estático en un mapa cognitivo neutrosófico se debe seguir los pasos que se muestran en la Figura 1.



Figura 1: Pasos a seguir para el análisis estático en un mapa cognitivo neutrosófico. Fuente: [10].

Las medidas que se describen a continuación se emplean en el modelo propuesto, las mismas se basan en los valores absolutos de la matriz de adyacencia [20]:

- Outdegree (vi) es la suma de las filas en la matriz de adyacencia neutrosófica. Refleja la fortaleza de las relaciones (cij) saliente de la variable.

$$od(vi) = \sum_{i=1}^{n} c_{ij} \tag{2}$$

- Indegree (vi) es la suma de las columnas refleja la fortaleza de las relaciones (cij) saliente de la variable.

$$id(vi) = \sum_{i=1}^{n} c_{ij} \tag{3}$$

- Centralidad total (total degree (vi)), es la suma del indegree y el outdegree de la variable.

$$td(vi) = od(vi) + id(vi) \tag{4}$$

La evaluación de las dificultades que se plantean en los procesos de producción industrial, con un mapa cognitivo neutrosófico, se obtiene una al construir el mapa cognitivo neutrosófico y de la experiencia de los expertos. La matriz de adyacencia neutrosófica generada se muestra en la Tabla 1.

	Flujo de información	Coordinación	Eficiencia	Flexibilidad
Flujo de información	0	0	-0.3	0
Coordinación	0	0	0	0
Eficiencia	0	I	0	0
Flexibilidad	0	0	0	0

Tabla 1. Matriz de adyacencia neutrosófica. **Fuente:** Elaboración propia.

Las medidas de centralidad son calculadas a través de las medidas Outdegree e Indegree, resultados que se muestran en la Tabla 2.

Nodo	Id	Od
Flujo de información	0	0
Coordinación	I	0
Eficiencia	0.3	I
Flexibilidad	0	0

Tabla 2. Medidas de centralidad, Outdegree, Indegree. **Fuente:** Elaboración propia.

Calculadas las medidas de centralidad, se clasifican los nodos del mapa cognitivo neutrosófico, resultado que se muestra en la Tabla 3.

	Nodo transmisor	Nodo receptor	Ordinario
Flujo de información			x
Coordinación		x	
Eficiencia		x	
Flexibilidad			x

Tabla 3. Clasificación de los nodos. **Fuente:** Elaboración propia.

De acuerdo con los resultados mostrados en la Tabla 3, los nodos son clasificados como coordinación y eficiencia son nodos receptores y los nodos Flujo de información y Flexibilidad son clasificados nodos ordinario.

La centralidad total (total degree (vi)), es calculada a través de la ecuación 4, los resultados del presente trabajo se muestran en la Tabla 4.

	Td
Flujo de información	0
Coordinación	I
Eficiencia	0.3+I
Flexibilidad	0

Tabla 4. Centralidad total. **Fuente:** Elaboración propia.

Después de obtener la centralidad total de los nodos, se procede a la De - Nuetrosificación como refieren Salmeron y Smarandache [21]. I ∈ [0,1] es reemplazado por valores máximos y mínimos. En la Tabla 5 se muestran los valores de los intervalos, resultado del proceso de De – Nuetrosificación.

$$A \succ B \Leftrightarrow \frac{a_1 + a_2}{2} > \frac{b_1 + b_2}{2}$$

	Td
Flujo de información	0
Coordinación	[0, 1]
Eficiencia	[0.3,1.3]
Flexibilidad	0

Tabla 5. De – Nuetrosificación total de los valores de centralidad total. **Fuente:** Elaboración propia.

Finalmente se trabaja con la media de los valores extremos, la cual se calcula a través de la ecuación 5, la cual es útil para obtener un único valor según refiere [22][5]. Valor que contribuye a determinar las dificultades que se plantean en los procesos de producción industrial.

(5)

Entonces;

$$\lambda([a_1, a_2]) = \frac{a_1 + a_2}{2} \quad (6)$$

Basado en la ecuación 5, se obtiene la mediana de los valores extremos para analizar los factores de mayor incidencia con respecto a las dificultades que se plantean en los procesos de producción industrial. Los resultados se muestran en la Tabla 6.

	Td
Flujo de información	0
Coordinación	0.6
Eficiencia	0.9
Flexibilidad	0

Tabla 6. Mediana de los valores extremos. **Fuente**: Elaboración propia.

A partir de estos valores numéricos se obtiene el siguiente orden:

$$\boldsymbol{Eficiencia > Coordinación > Flujo\ de\ información > Flexibilidad}$$

Los resultados obtenidos manifiestan que los factores que más dificultad proporciona en el proceso de producción industrial son los relacionados con la eficiencia y la coordinación, resultados acordes con el análisis realizado desde las bases conceptuales relacionadas con el proceso de instrumentación industrial.

Conclusiones

En el presente estudio se realizó un análisis conceptual sobre el proceso de instrumentación industrial, en dicho análisis predominó la influencia de los rendimientos productivos y repotencialización de los sistemas de calidad. Se realizó un análisis a través de un mapa cognitivo neutrosófico que permitió identificar los factores que más dificultad proporciona en el proceso de producción industrial.

References

[1] DiFrank, P.E.G,"Discussion of the various levels of automation".Cement Industry Technical Conference Record, 2007. IEEE. April 29 2007-May 2 2007 Page(s):45 – 62.
[2] Parasuraman.R, Riley V. A., "Humans and automation: Use, misuse, disuse, abuse," Human Factors, vol. 39, pp. 230–253,1997.
[3] Dale Compton W. "Design and Analysis of Integrated Manufacturing Systems" National Academies, 1988.
[4] Stone R. S. W, Brett. P N, Evans B.S, an automated handling system for soft compact shaped non-rigid products, Systems, Man, and Cybernetics, 1996., IEEE International Conference on.
[5] Thurman, D.A.; Brann, D.M.; Mitchell, C.M.; An architecture to support incremental automation of complex systems, Systems, Man, and Cybernetics, 'Computational Cybernetics and Simulation'., 1997 IEEE International Conference on Volume 2, 12-15 Oct. 1997 Page(s):1174 - 1179 vol.2.
[6] Nitzan, D.; Rosen, C.A.; Programmable Industrial Automation, Computers, IEEE Transactions on Volume C-25, Issue 12, Dec 1976 Page(s):1259 – 1270.
[7] Mirchandani, P.; Eng Joo Lee; Vasquez, A; Concurrent Scheduling in Flexible Automation, Systems, Man, and Cybernetics, 1988. Proceedings of the 1988 IEEE International Conference on, Volume 2, August 8-12, 1988 Page(s):868 – 872.
[8] Mandado E., "Autómatas programables: entorno y aplicaciones", Thomson Learning Ibero, 2005.
[9] Leyva, M., Smarandache, F., Neutrosofía: Nuevos avances en el tratamiento de la incertidumbre, (2018). Pons, Bruselas.
[10] Smarandache, F., A Unifying Field in Logics: Neutrosophic Logic. Neutrosophy, Neutrosophic Set, Neutro-sophic Probability: Neutrsophic Logic. Neutrosophy, Neutrosophic Set, Neutrosophic Probability, In-finite Study. 2005.
[11] Wang, H., et al., Interval Neutrosophic Sets and Logic: Theory and Applications in Computing: Theory and Applications in Computing, Hexis. 2005.
[12] Belnap, N.D., A useful four-valued logic, in Modern uses of multiple valued logic. Springer. 1977, p. 5-37.
[13] Wang, H., et al., Interval Neutrosophic Sets and Logic: Theory and Applications in Computing: Theory and Applications in Computing, Hexis, 2005.
[14] Wang, H., et al., Single valued neutrosophic sets. Review of the Air Force Academy, (1): 2010. p. 10.

[15] Stach, W., Learning and aggregation of fuzzy cognitive maps-An evolutionary approach. Universi-ty of Alberta, 2011.
[16] Bello Lara, R., et al., Modelo para el análisis estático en grafos difusos basado en indicadores compuestos de centralidad. Revista Cubana de Ciencias Informáticas, 9(2): 2015. p. 52-65.
[17] Glykas, M., Fuzzy Cognitive Maps: Advances in Theory, Methodologies, Tools and Applications, (2010). Springer Verlag.
[18] Puente Agueda, C., Causality in Sciencie. Pensamiento Matemático, (1): 2011, p. 12.
[19] Zadeh, L.A., Fuzzy sets. Information and Control, 8 (3): 1965, p. 338-353.
[20] Stach, W., L. Kurgan, and W. Pedrycz, Expert-Based and Computational Methods for Developing Fuzzy Cognitive Maps, in Fuzzy Cognitive Maps, M. Glykas, Editor, Springer: Berlin. 2010, p. 23-41.
[21] Sharif, A.M. and Z. Irani, applying a fuzzy-morphologicalapproach to complexity within management decision making. Emerald Group Publishing Limited. 2006, p.930-961.
[22] Merigó, J., New extensions to the OWA operators and its application in decision making, in Department of Business Administration, University of Barcelona, 2008
[23] N. Batista Hernández, and N. Valcárcel Izquierdo, "Determinación de la prefactibilidad en la aplicación de una estrategi pedagógica para la formación de la competencia Emprender en la educación preuniversitaria como contribución a la formación integral del estudiante," *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2018.
[24] N. B. Hernández, N. V. Izquierdo, M. Leyva-Vázquez, and F. Smarandache, "Validation of the pedagogical strategy for the formation of the competence entrepreneurshipin high education through the use of neutrosophic logic and Iadov technique," *Neutrosophic Sets & Systems,* vol. 23, 2018.
[25] M. Leyva-Vázquez, F. Smarandache, and J. E. Ricardo, "Artificial intelligence: challenges, perspectives and neutrosophy role.(Master Conference)," *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valore,* vol. 6, no. Special, 2018.
[26] N. B. Hernandez, M. B. Ruilova Cueva, and B. N. Mazacón, "Prospective analysis of public management scenarios modeled by the Fuzzy Delphi method," *Neutrosophic Sets and Systems,* vol. 26, no. 1, pp. 17, 2019.
[27] J. Estupiñan Ricardo, M. E. Llumiguano Poma, A. M. Argüello Pazmiño, A. D. Albán Navarro, L. Martín Estévez, and N. Batista Hernandez, "Neutrosophic model to determine the degree of comprehension of higher education students in Ecuador," *Neutrosophic Sets & Systems,* vol. 26, 2019.

Received: octubre 26, 2019. Accepted: enero 13, 2020

Neutrosophic Computing and Machine Learning, Vol.11, 2020
University of New Mexico

Método para la estimación de factibilidad en sistemas de seguridad con números neutrosóficos de valor único

Felipe Vladimiro Vera Díaz[1] , José Ariel Romero[2] , Raúl Comas Rodríguez[3]

[1] Docente, Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ecuador. E-mail: vladimirovera@hotmail.com
[2] Director de Investigación, Uniandes, Ecuador. E-mail: dir.investigacion@uniandes.edu.ec
[3] Analista de Investigación, Uniandes, Ecuador. E-mail: ua.raulcomas@uniandes.edu.ec

Resumen: El crecimiento industrial genera especialización de diferentes tareas que son realizadas a partir máquinas. La factibilidad sobre la seguridad en el uso de las máquinas, constituye una tarea necesaria de cuantificar. Sin embargo, el análisis de seguridad no ha sido suficientemente abordado por la ciencia. La presente investigación tiene como objetivo la elaboración de un método para el análisis de factibilidad en sistemas de seguridad. El método propuesto implementa en su gestión números neutrosóficos de valor únicos. La propuesta es validada mediante un ejemplo demostrativo para determinar el índice de riesgo derivado de una actividad industrial.

Palabras Claves: Seguridad, números neutrosóficos, análisis de factibilidad.

1 Introducción

El crecimiento industrial alcanzado en la actualidad genera nuevas formas de trabajo donde el hombre se integra en los procesos productivos. En América Latina y en el Ecuador los estados trabajan en la sustitución de importaciones fortaleciendo la industria interna [1], [2, 3]. La industrialización introduce nuevos modelos de gestión para el desarrollo de las actividades productivas creándose políticas regionales en este sentido [4], [5].

Introducir procesos industriales va aparejado de ciertos riegos dentro de la actividad laboral, que pueden detonar en accidentes [6], [7]. En ocasiones se producen accidentes por acciones o condiciones inseguras, que afectan la productividad de la empresa. Por ello que los trabajadores debe tener garantizada su autoprotección, representando una responsabilidad personal [8], [9]. La seguridad personal ayudar a minimizar los riesgos que detonan en accidentes.

El establecimiento de políticas y normas de seguridad y su cumplimiento, contribuye a la mitigación del riesgo y por consiguiente la disminución de accidentes de trabajo [10], [11]. Conocer y cuantificar los riesgos procedentes de la actividad industrial, facilita el análisis de factibilidad sobre el desarrollo del proceso productivo y representa una cultura de seguridad que debe ser incorporada por todos los trabajadores [12], [13, 14].

2 Preliminares

La presente sección introduce los principales elementos sobre el dominio del problema. La Figura 1 muestra una representación preliminar sobre los conceptos de la propuesta. Se presenta la seguridad industrial como el elemento objeto de estudio y se introducen los riesgos laborales como parte del contexto de la seguridad industrial.

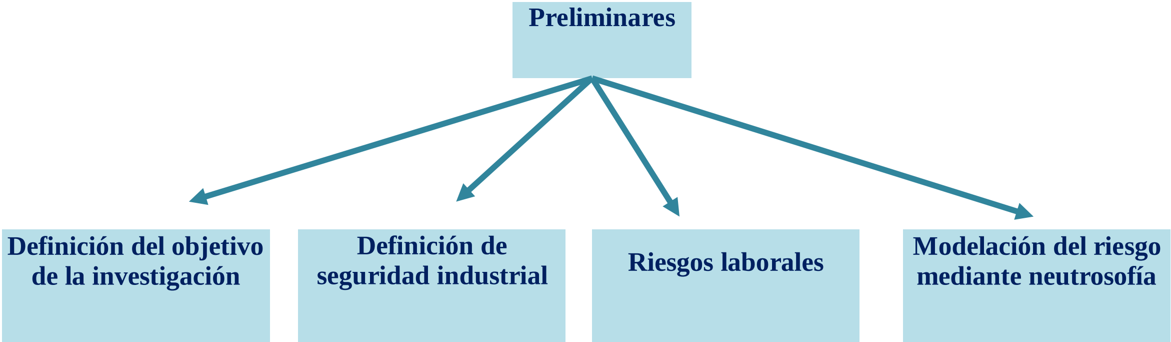


Figura 1: Preliminares.

A partir de la situación descrita, el objetivo de la presente investigación es: desarrollar un método para la estimación de factibilidad de riesgos en sistemas de seguridad.

2.1 Seguridad industrial

La seguridad industrial es el conjunto de conocimientos científicos y tecnológicos destinados a localizar, evaluar, controlar y prevenir las causas de los riesgos en el trabajo, a que están expuestos los trabajadores en el ejercicio o con el motivo de su actividad laboral [15]. Comprende un conjunto de acciones programadas con el fin de prevenir los riesgos laborales, a través de la implementación de un conjunto de acciones estructuradas para tales fines.

La seguridad requiere de una participación universal donde todos los trabajadores se inclinan en función de caracterizar la organización identificando las particularidades que lo singulariza como un elemento de cultura. Se define a la cultura de seguridad como un conjunto de valores y conocimientos que deben ser compartidos por todos los miembros de una organización, sin importar el área y rango, basándose en que la seguridad es importante para toda persona y será responsabilidad de la misma ponerla en práctica [16], [17].

2.2 Riesgos laborales

Se define lugar de trabajo a aquella área del centro de trabajo en la que los trabajadores permanecen o acceden en razón de su actividad laboral. El lugar de trabajo incluye todos los servicios que apoyan al trabajador en su labor como: higiénicos, comedores, locales de descanso, entre otros [18],[19, 20]. Diversas han sido las clasificaciones en función de la salud ocupacional y la seguridad industrial [21], [22, 23]. Dentro de los principales elementos a tener en cuenta se relacionan los siguientes:

- Las condiciones constructivas,
- Las condiciones generales de iluminación,
- La higiene y limpieza en general de toda la instalación,
- Las condiciones de los servicios higiénicos y locales de descanso,
- El material y locales de primeros auxilios.

Las medidas preventivas adoptadas durante el diseño del proyecto de construcción de las instalaciones, garantizan mayor efectividad para disminuir los riesgos laborales. Los elementos que se tienen en cuenta durante el diseño se aplican a posteriori y suelen ser más baratos. Sin embargo, los cambios introducidos en los procesos de trabajo, la maquinaria, las nuevas tecnologías y la organización del trabajo requieren con frecuencia reacomodar las edificaciones y locales concebidos para otros usos.

Las edificaciones deben poseer características de diseño específicas que contribuyan a la disminución de riesgos laborales como son: dimensiones mínimas de los locales, vías de circulación, puertas, rampas y escaleras, vías y salidas de evacuación, distribución de las maquinarias, delimitación de los puestos de trabajo y equipos, instalación eléctrica entre otros. De la correcta implementación del diseño físico y el cumplimiento de las normas básicas depende una parte importante en la mitigación de riesgos laborales [24], [25].

3 Diseño del método para el análisis de factibilidad en sistemas de seguridad

Un riesgo laboral puede ser modelado como un problema de toma de decisión multicriterio [26, 27]. De modo que se tenga [28]:

- Un conjunto de riesgos derivados de la actividad laboral $R = \{R_1, \ldots R_n\}, n \geq 2$;
- Que son expuestos al conjunto de alternativas que representan las instalaciones industriales $I = \{I_1, \ldots I_m\}, m \geq 2$;

[29], [30]

Los riesgos están conformados por el grupo de criterios que determinan el impacto en la actividad productiva que pueden ser modelado mediante la neutrosofía propuesta por Smarandache [31], [32].

El nivel de impacto de un indicador se expresar mediante una relación directa de su influencia o la negación de este con un espectro de neutralidad representando un dominio numérico Neutrosófico de Valor Único (SVN por sus siglas en Inglés) [33], [34]. El nivel de impacto es expresado mediante tres condiciones:

- El riesgo <A> pude implicar negativamente al riesgo <B> de modo que si <A> disminuye <B> disminuye según el nivel de implicación entre los conceptos con un grado de neutralidad <neutA>.
- El riesgo <A> puede implicar positivamente el riesgo <B> de modo que si <A> incrementa B incrementa según el nivel de implicación entre los conceptos con un grado de neutralidad <neutA>.
- El riesgo <A> no posee implicación en el riesgo <B> de modo que las variaciones de <A> no poseen implicación en <B>.

La definición original de valor de verdad en la lógica neutrosófica es mostrado como [35]:

Sean

$N = \{(T, I, F) : T, I, F \subseteq [0,1]\}n,$

Un valor neutrosófico es un mapeo de un grupo de fórmulas proporcionales a N , a partir de cada sentencia p se tiene:

$$v\,(p) = (T, I, F) \quad (1)$$

La Figura 2 muestra un esquema general que ilustra el flujo de trabajo del método propuesto.

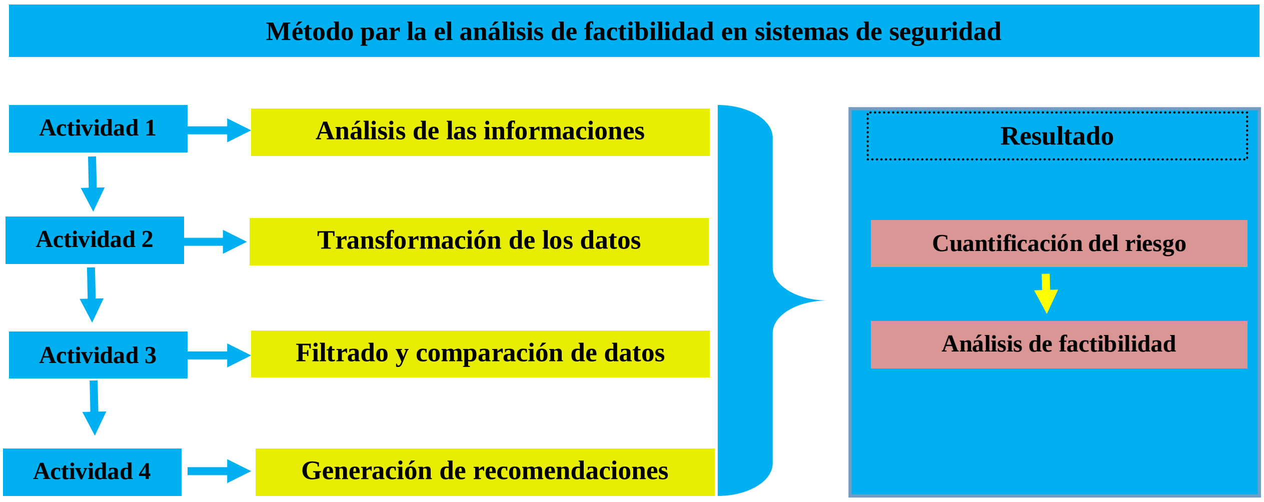


Figura 2: Esquema con el flujo de trabajo del método propuesto.

El método para la factibilidad en sistemas de seguridad se diseñó mediante un flujo de trabajo compuesto por cuatro actividades que en su integración conforman el análisis de factibilidad. A continuación, se realiza una descripción de las actividades propuestas.

Actividad 1 análisis de las informaciones

Para nutrir el funcionamiento del método propuesto, se identifican las fuentes de información y posteriormente se almacenan en bases de datos para su posterior transformación y análisis. Dicha actividad utiliza la base de conocimiento empírica organizacional. Consiste en la recolección de informaciones históricas almacenadas en los procesos industriales.

Apoyado en la neutrosofía se obtiene una mejor interpretabilidad de los datos, utilizan los conjuntos SVNS los cuales permiten el empleo de variable lingüísticas. Los riesgos son expresados mediante un universo de discurso se denota como (X). Donde el conjunto neutrosófico de valor único se define como A sobre X, el cual es un objeto de la forma, como se muestra en la ecuación 2.

$$A = \{\langle x, uA(x), rA(x), vA(x)\rangle : x \in X\}d \quad (2)$$

Donde: (x)X → [0,1], $rA(x) \to [0,1]$, $vA(x) \to [0,1]$; con 0 $\leq uA(x) + rA(x) + vA(x)$: ≤ 3 para todo $x \in X$. El intervalo (x), $rA(x)$ y $vA(x)$ denotan las membrecías a verdadero, indeterminado y falso de x en A, sucesivamente. El valor del conjunto neutrosófico de se expresa tal como muestra la ecuación 3.

$$A = (a, b, c) \quad (3)$$

Donde: a, b, c ∈ [0,1], a+b+c ≤ 3

Actividad 2 transformación de los datos

Cada dato describe las características que describen el riesgo, a partir de números neutrosóficos [36], [37] . Sea $A^* = (A_1^*, A_2^*, \ldots, A_n^*)$ sea un vector de números SVN, tal que: $A_j^* = (a_j^*, b_j^*, c_j^*)$, j=(1,2, … , n), $B_i = (B_{i1}, B_{i2}, \ldots, B_{im})$ (i = 1,2, … , m), sean m vectores de n SVN números.
Tal que $B_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})$($i$ = 1,2, … , m), (j = 1,2, … , n), Las B_i y A^* obtenido mediante la ecuación 4:

$$d_i = \left(\frac{1}{3}\sum_{j=1}^{n}\left\{\left(\left|a_{ij}-a_j^*\right|\right)^2+\left(\left|b_{ij}-b_j^*\right|\right)^2+\left(\left|c_{ij}-c_j^*\right|\right)^2\right\}\right)^{\frac{1}{2}} \quad (4)$$

(i = 1,2,3… , m)

Se emplea la media de similaridad a partir de la obtención de la distancia euclidiana tal como expresa la ecuación 5.

$$F_{a_j} = \{v_1^j, \ldots, v_k^j, \ldots v_l^j\}, j = 1, \ldots n \quad (5)$$

El cálculo permite la obtención de la medida de la alternativa A_i , a partir de la similitud el método debo buscar cuál de los datos tienen mayor cercanía al conjunto solución S_i a partir de lo cual mediante la vecindad se obtiene un orden de las alternativas. Mientras más pequeña sea la vecindad mayor será la similitud [37], [37, 38].

Actividad 3 Filtrado y comparación de los datos

La actividad consiste en evaluar el comportamiento de los indicadores de riesgo para una determinada actividad. Para ello se utiliza la escala lingüística $S,\ V_k^j \in S$.

Donde: $S = \{S_1, , S_g\}$ que representan el conjunto de etiquetas lingüísticas para evaluar las características de los riesgos C_k.

La evaluación realizada es considerada la preferencia del proceso a partir de la cual se obtienen:

$$P = \{\mathrm{P}_1, \ldots \mathrm{P}_\mathrm{e}\},$$

Los valores obtenidos son comparados con los datos almacenados previamente, se realiza un proceso de comparación mediante la distancia euclidiana tal como expresa la ecuación (6).

$$S=1-\left(\frac{1}{3}\sum_{j=1}^{n}\left\{\left(\left|a_{ij}-a_j^*\right|\right)^2+\left(\left|b_{ij}-b_j^*\right|\right)^2+\left(\left|c_{ij}-c_j^*\right|\right)^2\right\}\right)^{\frac{1}{2}} \quad (6)$$

La función S determina la similitud entre los valores de los datos almacenados y las preferencias obtenidas realizando la comparación con toda la vecindad existente.

Actividad 4 Generación de recomendaciones

A partir de la obtención de la similitud, se realiza el proceso de recomendaciones. Las recomendaciones se realizan a partir de los datos almacenados. Consiste en generar un ordenamiento sobre la vecindad de similitud.

El mejor resultado será aquel que satisfagan las necesidades que caracterizan el riesgo matemáticamente, los que obtengan mayor similitud.

4 implementación del método propuesto en sistemas de seguridad

El método propuesto fue probado para el análisis de seguridad en sistemas industriales, se realizó la prueba en tres industrias de la región de Babahoyo de ecuador. El objetivo es priorizar la atención hacia posibles incidentes para lo cual se priorizan las instalaciones más vulnerables. Los resultados son representados mediante las alternativa I, de modo que:

$$I = \{i_1, i_2, i_3\},$$

Valorado a partir del conjunto de características C que describen el riesgo tal que:

$$C = \{c_1, c_2, c_3, c_{4,} c_{5,} c_6\},$$

A partir del conjunto de etiquetas lingüística que se presenta en la tabla 1[36], definidas como:

Tabla 1: Términos lingüísticos empleados.

Término lingüístico	Números SVN
Extremadamente buena(EB)	(1,0,0)
Muy muy buena (MMB)	(0.9, 0.1, 0.1)
Muy buena (MB)	(0.8,0,15,0.20)
Buena (B)	(0.70,0.25,0.30)
Medianamente buena (MDB)	(0.60,0.35,0.40)
Media (M)	(0.50,0.50,0.50)
Medianamente mala (MDM)	(0.40,0.65,0.60)
Mala (MA)	(0.30,0.75,0.70)
Muy mala (MM)	(0.20,0.85,0.80)
Muy muy mala (MMM)	(0.10,0.90,0.90)

Extremadamente mala (EM)	(0,1,1)

A partir de la aplicar del método se obtienen como resultado la expresión de comparación que se muestra en la expresión 7, estos datos son almacenados en la base de caso para nuevos análisis.

$$P_e = \{B, MDB, M, MMB, B, MB\} \quad (7)$$

A partir de la corrida de los datos, se obtienen su filtrado que proporciona un mapa para cada alternativa objeto de análisis. Las Figuras 3,4 y 5 presentan el mapa de datos obtenidos mediante una gráfica de barra.

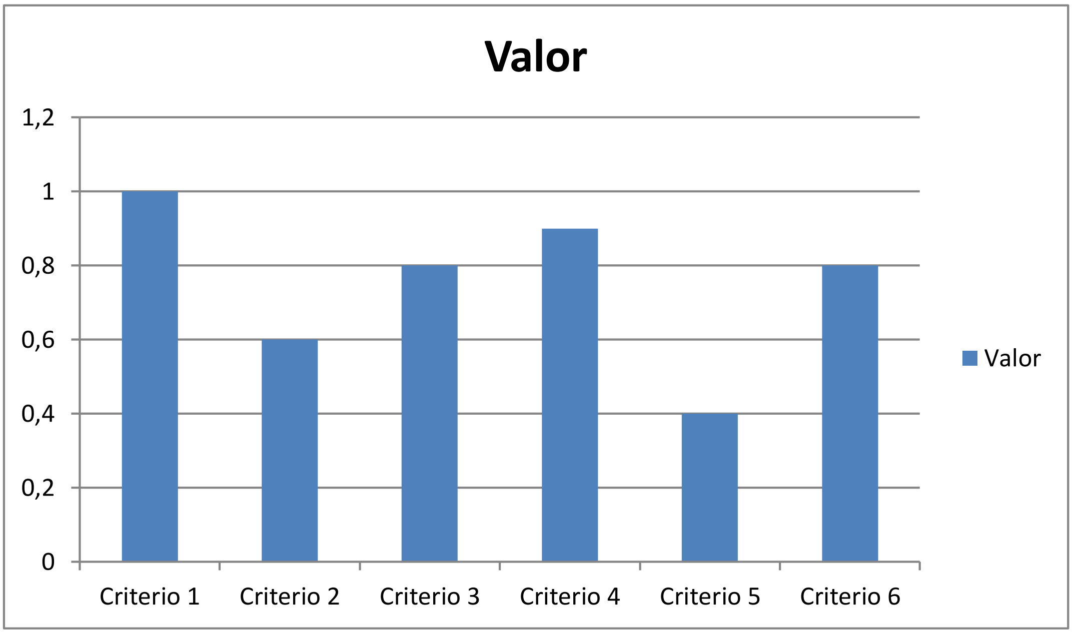


Figura 3: Mapa de datos para la industria 1.

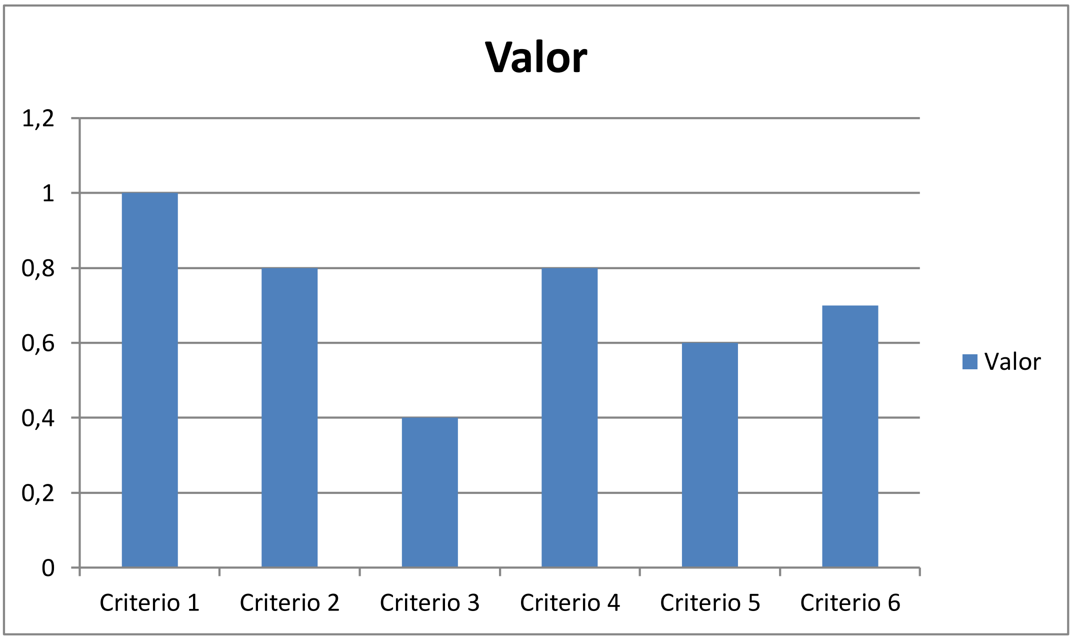


Figura 4: Mapa de datos para la industria 2.

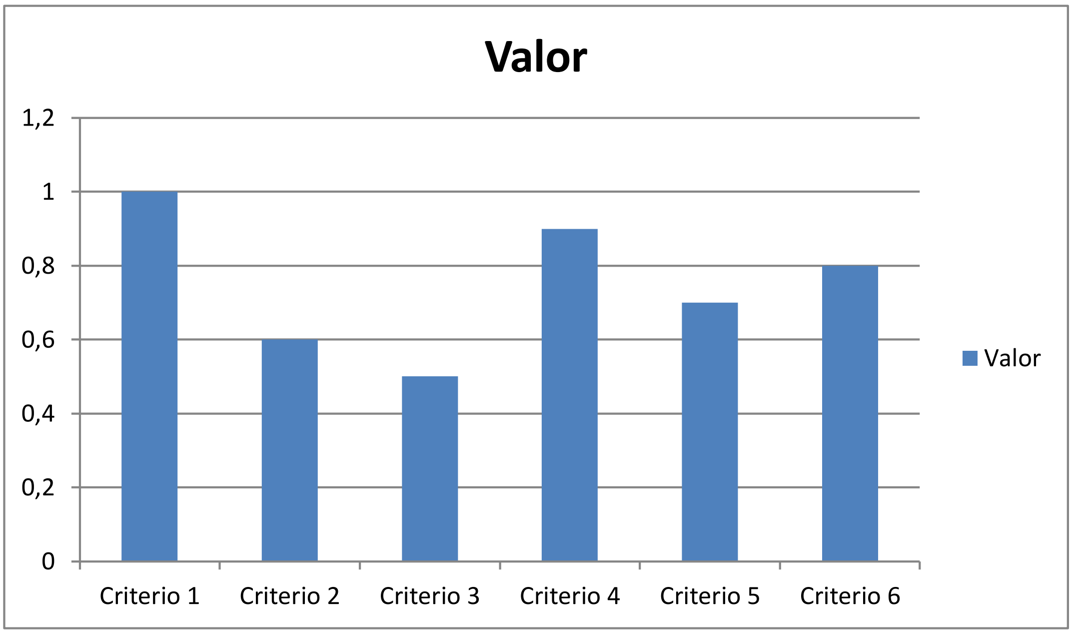


Figura 5: Mapa de datos para la industria 3

Una vez obtenido el mapa de las alternativas se obtuvo el cálculo de la similitud que se muestra mediante la tabla 3.

Tabla 2: Similitud entre los productos y el perfil del producto.

a_1	a_2	a_3
0.54	0.86	0.92

Por lo tanto a partir del análisis de los resultados se relaza el proceso de ordenamiento de alternativas. A partir del proceso se visualizan la alternativa objeto de atención. La expresión 8 muestra el resultado del ordenamiento realizado.

$$\{a_3, a_2, a_1\} \quad (8)$$

A partir del ordenamiento el método realiza como recomendación la (a_3) que se corresponden con la industria de mayor riesgo por lo que resulta necesario atender como primera instancia y posteriormente (a_2) como segundo nivel de análisis.

Conclusiones

La contribución presentada para la identificación de riesgos industriales, se basó en la utilización de los números de conjunto neutrosófico de valor único mediante expresiones de términos lingüísticos. El método desarrollado sigue un flujo de trabajo mediante 4 actividades que conforman su gestión integral.

A partir de la prueba del método propuesto se realizó una valoración a tres industrias para determinar cuál posee mayores vulnerabilidades en función de priorizar su atención, donde se obtuvieron mediante los criterios que caracterizan los riesgos la inferencia del método y nutrieron la base de conocimientos que mejora el aprendizaje para el posterior funcionamiento.

Referencias

[1] M. F. Madrid Merizalde, “La industrialización dirigida por el estado y la sustitución de importaciones en América Latina y en el Ecuador, 1967-1980,” Quito, 2018.

[2] J. R. Agulló, *Prevención de riesgos laborales. Nivel básico*: Ediciones Paraninfo, SA, 2015.

[3] N. Batista Hernández, and N. Valcárcel Izquierdo, “Determinación de la prefactibilidad en la aplicación de una estrategia pedagógica para la formación de la competencia Emprender en la educación preuniversitaria como contribución a la formación integral del estudiante,” *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2018.

[4] A. R. L. Andrade, “Política de industrialización selectiva y nuevo modelo de desarrollo,” *Revista Ciencias Sociales,* vol. 1, no. 38, pp. 233-235, 2016.

[5] R. C. Quezada, “Las políticas de desarrollo regional en Ecuador,” *Yachana Revista Científica,* vol. 5, no. 2, 2016.

[6] S. J. Ponce Vinueza, “Análisis del proceso de industrialización ecuatoriano y su selección de sectores prioritarios, bajo la perspectiva de la política industrial moderna, en el periodo 2007-2017,” PUCE, 2017.

[7] Y. Correa, and E. Alexandra, “Industrialización y su incidencia productiva en el cantón El Chaco,” Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Carrera de Ingeniería en Finanzas y …, 2019.

[8] J. M. N. Icaza, C. J. V. Márquez, R. A. G. Avilés, R. F. O. Zapata, and G. M. C. Echeverría, “LAS PYMES EN EL PROCESO DE INDUSTRIALIZACIÓN DEL CACAO EN LA PROVINCIA DE LOS RÍOS, ECUADOR,” *Investigación Operacional,* vol. 40, no. 4, pp. 523-529, 2019.

[9] D. M. G. Valarezo, N. J. A. Vivanco, and J. A. B. Pacheco, “Evaluación económica del sector agropecuario e industrial en Ecuador 1980–2015,” *ECA Sinergia,* vol. 10, no. 2, pp. 116-128, 2019.

[10] M. A. Flor Larco, “Incidencia de la gran depresión en la Economía del Ecuador (1928-1933),” PUCE-Quito, 2019.

[11] S. R. S. de Viteri, and C. Puente, “Dimensiones de análisis organizacional: Caso en la industria de Energía en Ecuador,” *CienciAmérica: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica,* vol. 8, no. 1, pp. 158-177, 2019.

[12] G. C. Lombeida Freile, “Memoria social y actores en la producción de la indumentaria en Quito contemporáneo: entre lo artesanal y lo industrializado,” Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador, 2019.

[13] J. S. Quishpe Gaibor, and E. F. Albán Yépez, “Discriminación laboral de los pueblos y nacionalidades indígenas en la industria mecánica del Ecuador,” *Caribeña de Ciencias Sociales*, no. mayo, 2019.

[14] N. B. Hernandez, and J. E. Ricardo, *Gestión empresarial y posmodernidad*: Infinite Study, 2018.

[15] V. Á. García, *La normalización industrial*: Universitat de València, 1999.

[16] A. Saliba, “Cultura de Seguridad en DuPont [diapositivas de Power Point],” *Foro Internacional VII DuPont Maximizando su Cultura de Seguridad y Comportamiento, Lima, Perú*, 2014.

[17] R. Escalante, W. Bolívar, V. Ramos, and A. André, “Propuesta de implementación de un sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional para mi fundación sin fines de lucro,” 2018.

[18] A. Teresa Carbonel-Siam, and A. Torres-Valle, “Evaluación de percepción de riesgo ocupacional,” *Ingeniería Mecánica,* vol. 13, no. 3, pp. 18-25, 2010.

[19] L. P. P. Mora, “Gestión de Riesgos Laborales en las Prácticas de Responsabilidad Social Corporativa en el Ecuador,” Universidad de Huelva, 2015.

[20] P. J. E. Ricardo, and P. B. N. M. Roca, “LA PEDAGOGÍA COMO INSTRUMENTO DE GESTIÓN SOCIAL.”

[21] W. L. A. Gallegos, “Revisión histórica de la salud ocupacional y la seguridad industrial industrial,” *Revista cubana de salud y trabajo,* vol. 13, no. 3, pp. 45-52, 2012.

[22] A. L. García-Izquierdo, “I Ergonomía y Psicosociología aplicada a la prevención de riesgos laborales,” *Psicothema,* vol. 30, no. 3, 2018.

[23] N. B. Hernández, W. O. Aguilar, and D. A. Luis, “Acercamiento a la gestión del talento humano en la facultad de jurisprudencia y ciencias sociales y políticas de la Universidad Estatal de Guayaquil,” *Revista Didasc@ lia: Didáctica y Educación. ISSN 2224-2643,* vol. 6, no. 4, pp. 223-238, 2016.

[24] C. Ruiz-Frutos, A. M. García, J. Delclós, and F. G. Benavides, "Salud laboral: conceptos y técnicas para la prevención de riesgos laborales," SciELO Public Health, 2007.

[25] F. Brocal, “Incertidumbres y retos ante los riesgos laborales nuevos y emergentes,” *Archivos de Prevención de Riesgos Laborales,* vol. 19, no. 1, pp. 6-9, 2016.

[26] A. Grajales Quintero, E. Serrano Moya, and C. Hahan Von, “Los métodos y procesos multicriterio para la evaluación,” *Luna Azul,* vol. 36, no. 1, pp. 285-306, 2013.

[27] C. Bouza. "Métodos cuantitativos para la toma de decisiones en contabilidad, administración, economía," https://www.researchgate.net/publication/303551295_METODOS_CUANTITATIVOS_PARA_LA_TOMA_DE_DECISIONES_EN_CONTABILIDAD_ADMINISTRACION_ECONOMIA.

[28] R. Garza-Ríos, C. González-Sánchez, I. Pérez-Vergara, E. Martínez-Delgado, and M. Sanler-Cruz, “Concepción de un procedimiento utilizando herramientas cuantitativas para mejorar el desempeño empresarial,” *Ingeniería Industrial,* vol. 33, pp. 239-248, 2012.

[29] O. Mar, I. Santana, and J. Gulín, “Algoritmo para determinar y eliminar nodos neutrales en Mapa Cognitivo Neutrosófico,” *Neutrosophic Computing and Machine Learning,* vol. 8, pp. 4-11, 2019.

[30] O. Mar, I. Santana, and J. Gulín, “Competency assessment model for a virtual laboratory system and distance using fuzzy cognitive map,” *Revista Investigación Operacional* vol. 38, no. 2, pp. 170-178, 2017.

[31] F. Smarandache, “A Unifying Field in Logics: Neutrosophic Logic,” *Philosophy*, pp. 1-141, 1999.
[32] F. Smarandache, *Symbolic neutrosophic theory*: Infinite Study, 2015.
[33] H. Wang, F. Smarandache, R. Sunderraman, and Y.-Q. Zhang, *interval neutrosophic sets and logic: theory and applications in computing: Theory and applications in computing*: Infinite Study, 2005.
[34] F. Martínez, “Aplicaciones al modelo conexionista de lenguaje y su aplicación al reconocimiento de secuencias y traducción automática,” Universidad Poloténica de Valencia, 2012.
[35] H. Wang, F. Smarandache, R. Sunderraman, and Y. Q. Zhang, *Interval Neutrosophic Sets and Logic: Theory and Applications in Computing: Theory and Applications in Computing*: Hexis, 2005.
[36] R. Sahin, and M. Yigider, “A Multi-criteria neutrosophic group decision making metod based TOPSIS for supplier selection,” *arXiv preprint arXiv:1412.5077*, 2014.
[37] L. K. Á. Gómez, D. A. V. Intriago, A. M. I. Morán, L. R. M. Gómez, J. A. A. Armas, M. A. M. Alcívar, and L. K. B. Villanueva, “Use of neutrosophy for the detection of operational risk in corporate financial management for administrative excellence,” *Neutrosophic Sets and Systems*, pp. 75, 2019.
[38] N. B. Hernandez, M. B. Ruilova Cueva, and B. N. Mazacón, “Prospective analysis of public management scenarios modeled by the Fuzzy Delphi method,” *Neutrosophic Sets and Systems,* vol. 26, no. 1, pp. 17, 2019.

Received: octubre 11, 2019. Accepted: enero 10, 2020

Neutrosophic Computing and Machine Learning, Vol. 11, 2020
University of New Mexico

Modelo de recomendación Neutrosófico para predecir la producción de energía limpia como ventaja competitiva en Ecuador

Zoila Mirella Mariscal Rosado [1], Jessica Leonela Mora Romero [2] , Maura de la Caridad Salabarría Roig [3] , José Sergio Puig Espinoza[4]

[1] Docente, Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ecuador. E-mail: ub.coordinacionaeyn@uniandes.edu.ec
[2] Docente, Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ecuador. E-mail: ub.jessicamora@uniandes.edu.ec
[3] Directora General, Centro de Estudios para la Calidad Educativa y la Investigación Científica, México. E-mail: maura1059@gmail.com
[4] Director Académico, Centro de Estudios para la Calidad Educativa y la Investigación Científica. E-mail: puigespinosa@gmail.com

Resumen. La energía es un elemento fundamental para el desarrollo y funcionamiento de las sociedades actuales. En la actualidad la producción de energía se acentúa en la mayoría de los países, aspecto visible con solo acceder a las estadísticas de oferta y consumo de energía. En Ecuador, la producción de energía y el consumo de energía crece sustancialmente. Sin embargo, la producción de energía limpia es todavía ínfima. Al respecto se percibe que existe consenso en el uso de la energía limpia como ventaja competitiva del país, pero su producción es insuficiente ya que ella es más costosa en términos en cuanto a su inversión inicial. El uso de la energía limpia es favorable, predecir su producción resulta vital, debido a que la energía limpia no genera desechos y tampoco emite gases derivados de su uso, por lo que este tipo de energía, se torna competitiva con otras fuentes renovables. Por tal motivo el objetivo del presente trabajo es predecir la producción de energía limpia como ventaja competitiva en Ecuador, para ello se emplea un modelo de recomendación neutrosófico, el cual favorece la interpretación de los datos cualitativos, existente sobre producción de energía limpia, en Ecuador, para poder realizar las predicciones previstas con menos incertidumbre.

Palabras Claves: Producción de energía renovable, energía limpia, predicción, ventaja competitiva, modelo de recomendación neutrosófico, incertidumbre

1 Introducción

La energía limpia o energía renovable es aquella que, utiliza los caudales naturales de energía del planeta, constructo inagotable de flujo, renovándose constantemente, sin que se produzca daños a la naturaleza por su generación. De forma inmediata se hace factible la utilización de estas fuentes a partir de tres catalizadores principales: la rapidez con que se está alcanzando la paridad de red, la integración rentable y fiable en la red y la innovación tecnológica.

La producción de energía limpia posee un doble objetivo, el primero se corresponde con el reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y el segundo, está encaminado con minimizar los riesgos ambientales asociados al actual sistema de generación de energía. Con el propósito de generar fuentes de energía limpia, se hace uso de la gestión de conocimientos, área que incide de forma directa sobre el conocimiento existente y acumulado sobre los componentes sociales (demografía, inclusión, prioridad de lo endógeno, responsabilidad y geográficos) económicos (uso racional y equitativo de los recursos y justicia distributiva) y su dimensión política (encargo efectivo del bienestar general, participación y transparencia) para así obtener todo el conocimiento necesario para poder producir energía limpia.

Por otra parte, la innovación como la base de cualquier crecimiento económico, sostenible y del desarrollo es el proceso a través del cual se utiliza con éxito, comercial o social, el conocimiento adquirido. Es la apropiación social de lo desconocido, de nuevos conocimientos, tecnologías y prácticas y su utilización por parte de los productores y por los distintos actores de las cadenas de agregación de valor[1].

La aplicabilidad de las ciencias es una respuesta prioritaria a las nuevas formas de adquirís y utilizar el conocimiento con el fin de mejorar el estado de situación prevaleciente, las oportunidades de enlaces con los mercados, la adaptación al cambio climático y el uso sostenible de los recursos naturales y la producción de un tipo de fuerza

motriz que no instaure precariedad sobre la producción de energía limpia. Ecuador, es abundante en recursos naturales, país que ha aumentado durante la última década la capacidad de generación de energía eléctrica.

Ecuador cuenta con un potencial exportador de energía limpia y amigable con el medio ambiente a sus países vecinos, [1]. Posee una ubicación privilegiada en cuanto a recurso solar, ya que recibe una radiación casi perpendicular, invariable durante el año y con un ángulo de incidencia constante; características que otorgan a la generación fotovoltaica y termo solar un enorme potencial de aprovechamiento, [2].

Mediante el decreto ejecutivo N.475, el gobierno ecuatoriano crea el ministerio de electricidad y energías renovables (MEER), el 19 de julio del 2007, órgano rector y planificador del sector eléctrico, que promoverá la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientales limpias y sanas, así como de energías renovables diversificadas.

La implementación de proyectos es una tarea continua que posee Ecuador, y que está encaminada en la búsqueda de una independencia energética que aumente la productividad del país y mejore su economía. Las hidroeléctricas han sido los principales proyectos realizados ya que obtienen energía mediante una fuente renovable y amigable con el medio ambiente [3].

En Ecuador, el objetivo del Ministerio de Electricidad y Energías Renovables es que, para el 2020, el 86 % de la electricidad provenga de generación hidroeléctrica, y un 2 % por tecnologías renovables no convencionales (1 % solar y eólica, 1 % biomasa). El resto se espera que provenga de energía termoeléctrica e importaciones (9 % y 3 %, respectivamente), [4]. Las hidroeléctricas han sido los principales proyectos realizados ya que a través de ellos se obtienen energía mediante una fuente renovable y amigable con el medio ambiente.

Sin embargo, se podría mejorar la matriz energética ecuatoriana, mediante una correcta combinación de todos sus tipos de generación de energía, es decir un mix energético, según refiere el citado autor. La implementación de diferentes tipos de tecnología como los paneles fotovoltaicos en los hogares y de granjas solares en la región sur del país; la instalación de plantas eólicas en la región andina y litoral; plantas de biogás en los rellenos sanitarios de las principales ciudades, son las principales fuentes energéticas que el país podría aprovechar para obtener energía limpia y así satisfacer su demanda eléctrica con recursos renovables, marcando un hito en Sudamérica.

Basado en las bondades que presentan las energías renovables no convencionales, donde se encuentra inmersa la energía limpia, aún existen limitantes o barreras que afectan su desarrollo. Al ser ellas, tecnologías que entran en competencia con las tradicionalmente existentes, afrontan dificultades para su penetración.

Las mayores dificultades, que se presentan van desde aspectos financieros, regulatorios, económicos o tecnológicos, pasando por la idiosincrasia y escepticismo por parte de los promotores locales. Por ello, una promoción de este tipo de tecnologías debe ser incentivada de forma muy positiva.

El sector energético de Ecuador, es considerado estratégico, y por tanto debe estar a cargo del estado, en ese sentido, la política de diversificación energética a través de tecnologías no convencionales, debe ser analizada, desde una visión sistemática, articulada en el resto de políticas para establecer estrategias que provea los medios y determine responsables [5]. El sector privado ecuatoriano, se encuentra limitado para involucrarse en la inversión de generación que utilice recursos renovables no convencionales.

Al respecto, en el estudio realizado por [6] sobre la situación del sector energético ecuatoriano se hace referencia a que el consumo final de energía en dicho país es de 101 Mbep, dato que posibilitó la identificación de los principales consumos energéticos referenciales de cada sector y a su vez contribuyó en la definición de mecanismos para implementar un plan de eficiencia energético, mediante un mix energético u otras alternativas. La evolución del consumo de energía por diferentes sectores, en el estudio realizado por [6], demuestra que el transporte es uno de los grandes consumidores de energía en Ecuador, seguido del sector industrial, construcción y residencial sucesivamente.

La demanda energética ecuatoriana se satisface al hacer uso de un elevado porcentaje de combustibles fósiles como el diésel, la gasolina, la electricidad y otros, según refiere [6]. Ante tal problemática el gobierno ecuatoriano concibe la implementación de un plan nacional de eficiencia energética agresivo, especialmente en el sector eléctrico, llamado cambio de la matriz energética, cuyo cambio se enfoca en los ejes residencial, comercial y público, industrial y transporte y que tiene como objetivo la producción de energía limpia como ventaja competitiva en Ecuador.

La participación de las energías renovables en la matriz energética del Ecuador considera los aspectos; generación de electricidad, a través del aprovechamiento de recursos naturales en proyectos hidroeléctricos, eólicos, biomasa (co-generación) y solares (fotovoltaicos); la obtención de gas combustible (biogás), utiliza residuos orgánicos producidos por la agroindustria; el uso de biocombustibles para el transporte, a través de la sustitución parcial del consumo de la gasolina extra con etanol; el calentamiento de agua con energía solar, para reemplazar el uso de electricidad o de gas licuado de petróleo [7].

Estudios realizados por [8], manifiestan que la actualidad el ecosistema es el más afectado con el sistema de generación eléctrica existente en el país, convirtiendo entonces el tema de la energía, como un sector estratégico para el gobierno ecuatoriano. Para modificar el tema de generación eléctrica, se han desarrollado varios proyectos, hidráulicos fundamentalmente, entre los que se destacan coca codo Sinclair, Manduriacu, Minas San Francisco, Quijos, entre otros.

De acuerdo al Ministerio de Electricidad y Energía Renovable - MEER, la energía eólica en el Ecuador, está siendo aprovechada en la Isla San Cristóbal con una capacidad de 2,4 MW. Así mismo en la provincia de Loja, en el cerro Villonaco, con una potencia instalada de 16,5 MW. Además del proyecto recientemente inaugurado en la Isla Baltra con una capacidad de 2,25 MW. A través del MEER, gracias a los últimos veinte años de progreso tecnológico, han desarrollado el "Atlas Eólico del Ecuador", el cual se ha elaborado mediante mapeo satelital, y permite conocer las zonas potenciales para el aprovechamiento energético en Ecuador [9].

Para producir energía limpia, se enfatiza en los ejes residencial, comercial y público, industrial y transporte, considerados como un solo eje, por presentar características energéticas similares según refiere [4]. De acuerdo con lo antes referido, en Ecuador se ha tomado una serie de medidas de eficiencia energética como:

- Creación de normas de eficiencia energética
- Renovación de tecnología en iluminación residencial
- Cambio de luminarias más eficientes en alumbrado público
- Programas de renovación de electrodomésticos eficientes
- Implementación de cocinas de inducción en los hogares,

Las medidas señaladas inciden en el ahorro significativo que en los últimos años ha tenido Ecuador y favorece la provisión de esta potencia. El cambio de matriz energética de Ecuador, involucran nuevos tipos de generación energética, como la inclusión de la primera planta geotérmica del país, que permite cubrir un buen porcentaje de la generación eléctrica con fuentes renovables del país lo que contribuye a la producción de energía limpia como ventaja competitiva ecuatoriana.

Con la introducción de energías renovables, no sólo se plantean nuevas tecnologías, sino se apuesta a un cambio institucional que incluye elementos económicos, sociales y ambientales, no considerados previamente en la matriz energética. Estos argumentos son necesarios para promover la energía renovable, ya que la misma sostienen la necesidad de considerar los tres pilares fundamentales; institucionales, principalmente los aspectos regulatorios, que deben convivir con las reglas hechas para los sistemas de generación eléctrica convencional y que favorecen la producción de energía limpia.

En este sentido, las políticas enfocadas a la promoción de las energías renovables, como generadora de energía limpia, suelen verse inequitativas. Dentro de las evidencias que exponen la necesidad de introducir energía renovable como base para la producción de energía limpia, se encuentra la falta de sostenibilidad del modelo energético actual, así como la planificación y análisis de los problemas socio-ambientales futuros, destacándose los argumentos como:

- El precio de la energía convencional no tiene en cuenta los costos externos ambientales y sociales; es decir, los costos asociados a la remediación de los procesos contaminantes, a la salud o al impacto visual.
- La elección de las tecnologías convencionales se efectúa ignorando los problemas que se puedan presentar, ya sea por la disminución de recursos no renovables o el cambio climático.
- Las energías renovables requieren de apoyo gubernamental ya que, aun cuando algunas han alcanzado etapas de madurez tecnológica, es necesario un tiempo para que su uso se extienda.

Basado en los argumentos referidos, es deseable en Ecuador, que los esfuerzos iniciales para incorporar energía renovable y la consolidación de la misma en un sector renovable sólido y estable, puedan responder a las necesidades estratégicas de diversificación como refirió [10]. Son disimiles las fuentes de energía renovable que se imponen a corto, mediano y largo plazo, para el desarrollo social y económico de un país, sin embargo, este tipo de energías tienen la problemática de que son dependientes a las condiciones ambientales, especialmente a la velocidad del viento y la radiación solar.

De acuerdo con las dependencias que poseen las fuentes de energía renovable a las condiciones ambientales, las plantas de generación con energía renovables son de tipo intermitente, es decir, no pueden proporcionar continuamente energía, situación que induce a la incorporación de HRES, *Hybrid Renewble Energy System* por sus siglas en inglés, que consiste en la integración de fuentes de energías renovables: eólica, solar, hídricas, biomasa y pilas de combustible; con recursos no renovables, componiendo un sistema más confiable y amigable con el medio ambiente [3][2].

Los sistemas híbridos renovables pueden ser utilizado en cualquier sector que lo requiera, es por ello que generalmente, se instalan en zonas rurales o de difícil acceso debido a la falta de redes eléctricas que existen en estos sectores permitiendo disminuir costes económicos significativos. Además, puede utilizarse en zonas naturales protegidas, ya que su impacto ambiental es mínimo, siendo muy atractivo para países con gran biodiversidad y que sus leyes prohíben un gran impacto ambiental en sus localidades, como es el caso de Ecuador.

Para predecir la producción de energía limpia como ventaja competitiva en Ecuador y de acuerdo con las características antes planteadas, se propone un modelo de recomendación Neutrosófico. Los modelos de recomendación Neutrosóficos son de utilidad ya que a través de ellos es posible llevar a cabo el proceso de apoyo a la toma de decisiones.

Estos modelos y en particular los basados en conocimiento, realizan sugerencias e infieren sobre las necesidades de un usuario y sus preferencias, apoyados fundamentalmente en el razonamiento basado en casos [11 y 12]. El enfoque basado en conocimiento se distingue en el sentido que usan conocimiento sobre cómo un objeto en particular puede satisfacer las necesidades del usuario, y por lo tanto tiene la capacidad de razonar sobre la relación entre una necesidad y la posible recomendación que se presenta.

2 Materiales y métodos

En la presente investigación se propone un modelo de recomendación basado en conocimiento utilizando el de números neutrosóficos de valor único, ellos favorecen la utilización de variables lingüísticas [13]. Este modelo de recomendación parte del análisis de la composición de la matriz energética en Ecuador, la cual está compuesta por diferentes fuentes de energía primaria, donde se combinan recursos que se sustentan de la generación térmica con hidrocarburos, la generación mediante el uso hidráulico, la generación solar y la generación eólica.

El modelo de recomendación a desarrollar permite representar términos lingüísticos y la indeterminación mediante números neutrosóficos de valor único [14][3]. Cada elemento analizar, a_i, en el modelo se describirán de acuerdo con el conjunto de características que conformarán el perfil de los elementos analizar, en el presente estudio se corresponde con los elementos que integran la matriz energética en Ecuador, ellos serán representados a través de la ecuación 1.

$$C = \{c_1, \dots, c_k, \dots, c_l\} \tag{1}$$

Para la obtención de la base de datos de los elementos que componen la matriz energética de Ecuador, se crea un perfil que representa las características de cada elemento que componen la matriz energética. Las características se obtienen mediante números neutrosóficos de valor único[4, 5] [15, 16], y con ellas es posible obtener la distancia entre los elementos y las características de cada perfil que se crea y se almacena en la Base de Datos para el análisis a través del modelo de recomendación propuesto.

Para realizar el cálculo entre la distancia que existe entre los elementos y las características de cada perfil se utiliza la ecuación 2, que se corresponde con la distancia euclidiana, la que permite establecer una medida de similitud entre los elementos que integran la matriz energética ecuatoriana de acuerdo con las características similares para cada elemento.

$$d_i = \left(\frac{1}{3}\sum_{j=1}^{n}\left\{\left(|a_{ij}-a_j^*|\right)^2+\left(|b_{ij}-b_j^*|\right)^2+\left(|c_{ij}-c_j^*|\right)^2\right\}\right)^{\frac{1}{2}} \tag{2}$$
$$(i = 1,2, \dots, m)$$

La similitud se obtiene en la medida que los elementos a_i se encuentren más cercanos a las características de cada elemento, mientras más cercanos estén los elementos mayor similitud existirá entre ellos. La cercanía y similitud entre los elementos y las características de los elementos se obtiene a partir de la evaluación que se haga a través de la escala de términos lingüísticos propuesta [15].

Una vez obtenida la distancia entre los elementos que componen la matriz energética de Ecuador y las características de cada elemento, el resultado se guarda en la Base de Datos previamente creada para obtener posteriormente recomendaciones de cada elemento con sus respectivas características, cuyas recomendaciones son útiles para apoyar la toma de decisiones en cuanto a los elementos que mejor se ajusten para obtener una producción de energía limpia como ventaja competitiva en Ecuador.

3 Resultados

El marco de trabajo del modelo de recomendación Neutrosófico para predecir la producción de energía limpia como ventaja competitiva en Ecuador es el que se muestra en la Figura 1.

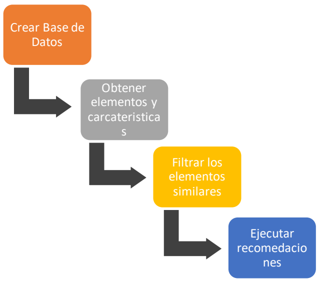


Figure 1: Modelo de recomendación Neutrosófico.

Se crea una Base de Datos para predecir la producción de energía limpia como ventaja competitiva en Ecuador, en la Base de Datos se guardan los elementos que componen la matriz energética de Ecuador, cada elemento es representado como $A = \{a1, a2, a3, a4\}$, cada uno de ellos poseen características que son atributos que se representan como $C = \{c1, c2, c3, c4\}$.

Los atributos (características) de cada elemento son evaluados a través de la escala de términos lingüísticos propuesta por [15] y el resultado de las evaluaciones de cada atributo se guarda en la Base de Datos. Desde la Base de Datos es posible realizar el cálculo de la similitud existente entre cada elemento que componen la matriz energética de Ecuador con sus respectivas características, el resultado que se obtiene es el que se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1: Similitud entre los elementos que componen la matriz energética de Ecuador.

a_1 Generación térmica con hidrocarburos	a_2 Generación mediante el uso hidráulico	a_3 Generación solar	a_4 Generación eólica
0.73	**0.78**	**0.40**	**0.42**

Obtenido el resultado que se muestra en la Tabla 1, se realiza el proceso de recomendación. El proceso de recomendación de acuerdo con la Tabla 1 y las características de cada uno de los elementos que posee la matriz energética de Ecuador se corresponde con el uso de la generación hidráulica.

Esta generación de energía es la que se va a imponer en el corto y mediano plazo en el país, puesto que Ecuador dispone de un potencial que está en pleno aprovechamiento. Sin embargo, a pesar de que se pudiese llegar a un óptimo de capacidad hidroeléctrica instalada, Ecuador requiere de otras fuentes de energía para diversificar la generación y reducir la vulnerabilidad del sistema eléctrico.

Conclusiones

El modelo de recomendación Neutrosófico para predecir la producción de energía limpia como ventaja competitiva en Ecuador, se apoyó en el análisis de las características más distintivas que posee la matriz energética de Ecuador en la actualidad. A través del modelo propuesto se obtuvo que la generación mediante el uso hidráulico es la más adecuada, esta generación es la que se está estableciendo para promover la generación renovable en el país, donde existen mecanismos como: incentivos económicos, mecanismos fiscales, instrumentos de mercado, portafolio de energía y objetivos nacionales.

Referencias

[1] A. de R. y control de Electricidad, “Atlas del Sector Eléctrico ecuatoriano 2016,” Atlas del Sect. Electr. Ecuatoriano, vol. 1, p. 113, 2017.
[2] CONELEC, “Atlas solar del ecuador,” Conelec, pp. 1–51, 2008.
[3] J. Z, AGUIRRE. Análisis de la matriz energética ecuatoriana y plan de desarrollo energético sostenible para la ciudad de Machala. Trabajo de Fin de Máster. Tecnología energética para desarrollo sostenible, Universidad Polítecnica de Valencia, 2018.
[4] MEER (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable), 2008p, Políticas y Estrategias para el Cambio de la Matriz Energética del Ecuador, mayo 2008.
[5] C. Quevedo, Desarrollo de las Fuentes Renovables de Energías. Quito: CIE, 2002
[6] “Planificación de eficiencia energética del Ecuador,” 2016.
[7] C. Álvarez, P. Felipe, D. González González, P. Alemán, & J. Grey, Energías renovables y medio ambiente: su regulación jurídica en Ecuador. Revista Universidad, y Sociedad, 8(3), 2016, 179-183.
[8] J. E.M, Centeno, L.A.V, Molina, y G.L, Castillo, Los Diferentes Costos que Tiene la Energía Eléctrica en el Ecuador Considerando los Cambios de la Estructura Actual. Revista de Investigaciones en Energía, Medio Ambiente y Tecnología: RIEMAT ISSN: 2588-0721, 3(2), 2018, 29-36.
[9] M.E, Reyes, K.C, Pineda, R.L, Córdova, y M.D.S, Briones, La formación práctica del ingeniero eléctrico en la universidad laica Eloy Alfaro de Manabí. Experiencias con el uso de un simulador de energía eólica. Refcale: Revista Electrónica Formación y Calidad Educativa. ISSN 1390-9010, 3(3), 2016, 73-88.
[10] J. Nebreda. Aspectos jurídicos de la producción de energía en Régimen Especial (Primera Edición ed.). Navarra, España: Aranzi-Thomson Civitas, 2007.
[11] Dietmar Jannach, Tutorial: Recommender Systems, in International Joint Conference on Artificial Intelligence Beijing, August 4, 2013.
[12] Freire, J.B., et al., Modelo de recomendación de productos basado en computación con palabras y operadores OWA [A

product recommendation model based on computing with word and OWA operators]. International Journal of Innovation and Applied Studies, 16(1), 2016, p. 78.
[13] Biswas, P., S. Pramanik, and B.C. Giri, TOPSIS method for multi-attribute group decision-making under single-valued neutrosophic environment. Neural computing and Applications, 27(3), 2016, p. 727-737.
[14] Leyva, M., Smarandache, F., Neutrosofía: Nuevos avances en el tratamiento de la incertidumbre, 2018. Pons, Bruselas.
[15] Şahin, R. and M. Yiğider, A Multi-criteria neutrosophic group decision making metod based TOPSIS for supplier selection. arXiv preprint arXiv:1412.5077, 2014.
[16] Ye, J., Single-valued neutrosophic minimum spanning tree and its clustering method. Journal of intelligent Systems, 23(3), 2014, p. 311-324
[17] C. M. L. Segura, C. V. V. Vargas, and N. B. Hernández, “POBREZA, MEDIO AMBIENTE Y PROACTIVIDAD DEL DERECHO,” *Revista Órbita Pedagógica. ISSN 2409-0131*, vol. 3, no. 2, pp. 83-92, 2016.
[18] B. M. Acuña, “EL ÁMBITO OBJETIVO DE LA JUSTICIA ADMINISTRATIVA EN EL DERECHO ECUATORIANO,” *Revista General de Derecho Administrativo*, no. 44, pp. 7, 2017.
[19] J. Estupiñan Ricardo, M. E. Llumiguano Poma, A. M. Argüello Pazmiño, A. D. Albán Navarro, L. Martín Estévez, and N. Batista Hernandez, “Neutrosophic model to determine the degree of comprehension of higher education students in Ecuador,” *Neutrosophic Sets & Systems*, vol. 26, 2019.
[20] N. B. Hernandez, and J. E. Ricardo, *Gestión empresarial y posmodernidad*: Infinite Study, 2018.
[21] M. Leyva-Vázquez, F. Smarandache, and J. E. Ricardo, “Artificial intelligence: challenges, perspectives and neutrosophy role.(Master Conference),” *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valore,* vol. 6, no. Special, 2018.

Received: noviembre 03, 2019. Accepted: enero 15, 2020

Neutrosophic Computing and Machine Learning , Vol. 11, 2020
University of New Mexico

Método neutrosófico para determinar perfiles de violencia de trata de persona en regiones del Ecuador

Jéssica Cellán Palacios[1], Iyo Alexis Cruz Piza[2], Tito Palma Caicedo [3] , Manuel Agustín Santos Montenegro[4]

[1] Docente, Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ecuador. E-mail: jessica_cellan7@hotmail.com
[2] Docente, Uniandes sede Babahoyo, Ecuador. E-mail: ub.iyocruz@uniandes.edu.ec
[3] Vicedecano, Facultad de Jurisprudencia de la Universidad de Guayaquil, Ecuador. E-mail: tito.palmac@ug.edu.ec
[4] Docente, Universidad de Guayaquil, Ecuador, E-mail: Manuel.santosm@ug.edu.ec

Resumen: Con frecuencia las personas se encuentran vulnerables a ser víctimas en hechos violentos que incluyen la trata de personas. En el Ecuador se reportan cada año considerables delitos de esta índole. Conocer y generar mecanismos de protección frente a este tipo de delito constituye una tarea de vital importancia para preservar la integridad de las personas. La presente investigación propone una solución a la problemática descrita a partir del desarrollo de un método para determinar perfiles de violencias en personas de regiones del Ecuador. El método propuesto basa su funcionamiento mediante el conjunto de números neutrosóficos para representar la incertidumbre.

Palabras Claves: Perfiles de violencias, Números Neutrosóficos, Método multicriterio.

1Introducción

Los delitos de trata de personas representan un fenómeno global que constituye una de las actividades ilegales más lucrativas, después del tráfico de drogas y de armas. De acuerdo con estimaciones de las Naciones Unidas, más de 2.4 millones de personas son explotadas actualmente como víctimas de la trata de personas, ya sea para explotación sexual o laboral[1], [2].

Otras formas de trata de personas incluyen la servidumbre, el tráfico de órganos y la explotación de niños para la mendicidad o para la guerra. Hasta un 80% de las víctimas de la trata de personas son mujeres y niñas. La trata de personas es un delito contra los derechos humanos considerado como la esclavitud del siglo XXI[3], [4].

Este delito consiste en el traslado forzoso o por engaño de una o varias personas de su lugar de origen (ya sea a nivel interno del país o transnacional), la privación total o parcial de su libertad y la explotación laboral, sexual o similar. Este hecho se debe a que los medios a través de los cuales una persona ha sido captada para ejercer un empleo han sido la coacción o el engaño[5], [6].

La pobreza lleva a algunas familias rurales pobres a enviar a los niños a trabajar en plantaciones de banano o en minas pequeñas o a enviarlas a las áreas urbanas donde los traficantes los explotan. Ciudadanos ecuatorianos son traficados a Europa Occidental, particularmente a España e Italia, y a otros países de América Latina[7], [8].

Nuestro país es un Estado caracterizado por ser fuente de origen, tránsito y destino de muchas personas afectadas por el delito de trata de personas, especialmente para fines de explotación sexual y laboral. El informe emitido por el Departamento de Estado de los Estados Unidos para la sección del Ecuador en el año 2005, se refiere a la vigencia de estos términos. En el 2003, la Organización Internacional del Trabajo, estimó que más de 5.000 menores eran explotados en Ecuador en la prostitución.

La presente investigación describe un método neutrosófico para determinar perfiles de violencia de trata de personas en regiones del ecuador.

2 Preliminares

Con el propósito de comprender los principales referentes que enmarcan el objeto de estudio de la presente investigación, se muestran los principales términos asociados a la problemática que es modelada. Se introducen los conceptos de delitos de violencias en el contexto de la investigación. Son presentadas las normas jurídicas que respaldan el derecho ciudadano para evitar los delitos de violencia. Por último, se realiza una modelación sobre la forma de representar la incertidumbre mediante números neutrosóficos.

2.1 Delitos de violencia

Constituye delito de trata de personas, aunque medie el consentimiento de la víctima, el promover, inducir, participar, facilitar o favorecer la captación, traslado, acogida, recepción o entrega de personas mediante la amenaza, violencia, engaño o cualquier otra forma fraudulenta, con fines de explotación ilícita, con o sin fines de lucro[9], [10].

Para efectos de esta infracción se considera explotación toda forma de trabajo o servicios forzados, esclavitud laboral, venta y/o utilización de personas para mendicidad, conflictos armados, o reclutamiento para fines delictuosos.

Recordemos que la trata involucra captación, transporte o la recepción de una persona donde se aplique violencia, engaño y abuso de la vulnerabilidad con el propósito de la explotación, como propósito generar ingresos ilícitos para los tratantes[11], [12].

El Decreto Ejecutivo plantea el combate a distintas formas de explotación existentes, entre ellas la sexual y la "prostitución de mujeres, niños, niñas y adolescentes". Queda claro, que al tratarse de personas menores de 18 años de edad, nos hemos de referir a las relaciones sexuales remuneradas, como una de las manifestaciones de la explotación sexual "infantil", aunque también incluye a adolescentes. Internacionalmente se ha aceptado la utilización de este concepto, con el fin de evitar asociar, con mitos y estereotipos que estiman a la prostitución, como una actividad de libre elección por parte de quien la ejerce. Además se ha hecho hincapié en diferenciar con la prostitución de personas adultas, en la medida en que niños, niñas y adolescentes están dentro de redes criminales de explotación sexual[13].

2.2 Normas jurídicas para el delito de violencia

El Código Penal Ecuatoriano establece la norma jurídica para regular los delitos de violencia [14], [15]. El artículo188 del Código penal, evidencia los fines por los cuales una persona puede ser violentada, los cuales se pueden enumerar de la siguiente manera.

1. Para venderla
2. Para ponerla contra su voluntad al servicio de otra
3. Para obtener cualquier utilidad
4. Para pedir rescate
5. Para entregar una pertenencia
6. Para entregar o firmar un documento que surta o pueda surtir efectos jurídicos
7. Para obligarla a que haga u omita algo
8. Para obligar a un tercero a que ejecute uno de los actos indicados tendientes a la liberación del plagiado.

Es de esta manera que la violencia de personas se manifiesta como medio para obtener alguno de los fines determinados por la propia ley. Es inaceptable que se prive de su libertad a una persona, con el único objeto de conseguir una cantidad de dinero a cambio, con el agravante de que de no atenderse a sus requerimientos, los captores no vacilan en asesinar al violentado [16]. Resulta aún más denigrante, cuando se utiliza como blanco a niños o personas que no tienen posibilidad alguna de defensa[17].

2.3 Números Neutrosóficos para modelar la incertidumbre de delitos

Los conjuntos Neutrosóficos son una generalización de un conjunto borroso (espacialmente de conjunto intuicionístico borroso). Deja ser U, un universo de discurso, y M un conjunto incluido en U. Un elemento x de U es notado en respeto del conjunto M como x(T, I, F)y pertenece a M en el modo siguiente: Es t% verdad en el conjunto, i% indeterminante (desconocido si sea) en el conjunto, y f% falso, donde t varia en T, i varia en I, f varia en F [18], [19], [20].

Estadísticamente T, I, F son subconjuntos, pero dinámicamente T, I, F son funciones u operaciones dependientes de muchos parámetros desconocidos o conocidos [21], [22].

Con el propósito facilitar la aplicación práctica a problema de toma de decisiones y de la ingeniería se realizó la propuesta de los conjuntos neutrosóficos de valor único [23] (SVNS por sus siglas en inglés) los cuales permiten el empleo de variables lingüísticas[24], [25]lo que aumenta la interpretabilidad en los modelos de recomendación y el empleo de la indeterminación.

Sea X un universo de discurso.Un SVNS A sobre X es un objeto de la forma.

$$A = \{\langle x, u_A(x), r_A(x), v_A(x)\rangle : x \in X\}d \quad (1)$$

donde$u_A(x): X \rightarrow [0,1]$, $r_A(x), : X \rightarrow [0,1]$ y $v_A(x): X \rightarrow [0,1]$ con $0 \leq u_A(x) + r_A(x) + v_A(x) :\leq 3$ para todo $x \in X$. El intervalo $u_A(x), r_A(x)$ y $v_A(x)$denotan las membrecías a verdadero, indeterminado y falso de x en A, respectivamente. Por cuestiones de conveniencia un número SVN será expresado como $A = (a, b, c)$, donde a, b, $c \in [0,1]$, y + b + $c \leq 3$.

3 Método para determinar perfiles de violencia de trata de personas en regiones del Ecuador

El método propuesto está diseñado mediante el flujo de trabajo en tres etapas: Entrada, Procesamiento y Salida.

El núcleo del procesamiento del método está diseñado en tres procesos principales: determinación de los perfiles de violencia, evaluación y clasificación de las alternativas y generación de recomendaciones sobre la base de conocimiento del perfil de semejanza. La Figura 1 muestra un esquema con el funcionamiento general del método propuesto.

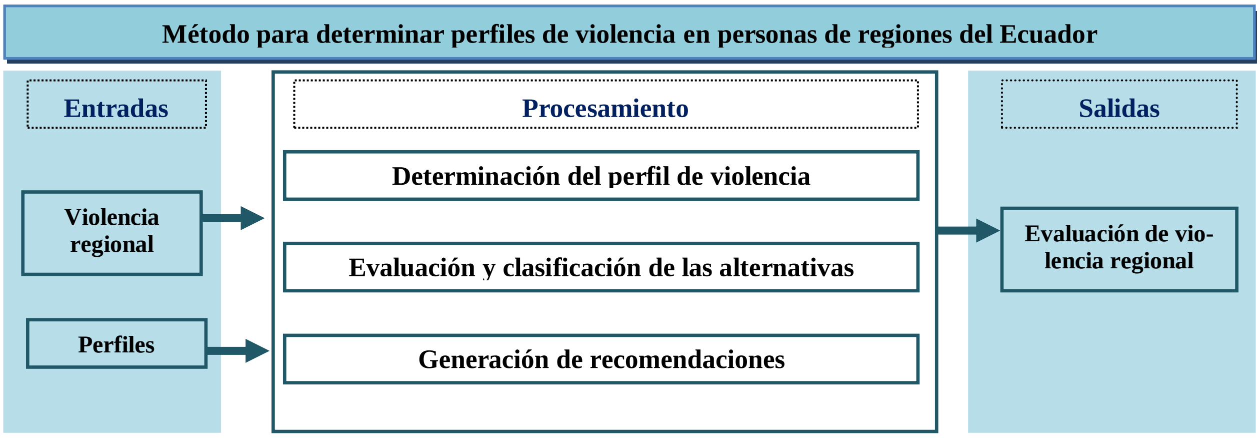


Figura1: Estructura del funcionamiento del método propuesto.

El método realiza su funcionamiento sobre un sistema de recomendaciones vasado en conocimiento [26, 27]. Se implementa la representación de términos lingüísticos y la indeterminación mediante números SVN [28].

A continuación se describen cada una de las etapas del método y los fundamentos matemáticos que soportan los diferentes procesos.

Determinación de la base de datos con los perfiles de violencias

Cada una de las áreas a_j será descrita por un conjunto de características que conformarán el perfil de las regiones.

$$C = \{c_1, \dots, c_k, \dots, c_l\} \tag{2}$$

Este perfil puede ser obtenido de forma directa a partir de los algoritmos computacionales utilizados para la captura de datos de las regiones, mediante las estadísticas disponibles:

$$F_{a_j} = \{v_1^j, \dots, v_k^j, \dots v_l^j\}, j = 1, \dots n \tag{3}$$

Las valoraciones de las características de las Áreas, a_j, serán expresadas a partir de la escala lingüística S, $v_k^j \in S$ donde $S = \{s_1, \dots, s_g\}$ es el conjunto de término lingüísticos definidos para evaluar la característica c_k de los números SVN. Para esto los términos lingüísticos a emplear son definidos.

Una vez descrito el conjunto de Áreas que representan las alternativas:

$$A = \{a_1, \dots, a_j, \dots, a_n\} \tag{4}$$

Los perfiles son guardados en una base de datos para su posterior recuperación, este paso constituye el elemento fundamental sobre el cual se basa el funcionamiento del proceso de inferencia.

Evaluación y clasificación de las alternativas

En esta actividad se determina la información de las regiones sobre las preferencias de estos, almacenándose en un perfil de modo que:

$$P_e = \{p_1^e, \dots, p_k^e, \dots, p_l^e\} \tag{5}$$

El perfil estará integrado por un conjunto de atributos que caracterizan a las personas:

$$C^e = \{c_1^e, \dots, c_k^e, \dots, c_l^e\} \tag{6}$$

Donde $c_k^e \in S$

Este puede ser obtenido mediante ejemplo o mediante el llamado enfoque conversacional los cuales pueden ser adaptados [29].

En esta actividad se filtran las regiones de acuerdo al perfil almacenado para encontrar cuáles son las más adecuadas según las características presentes.

Con este propósito es calculada la similitud entre el perfil de las áreas, P_e y cada perfil disponible $a_j$registrado en la base de datos. Para el cálculo de la similitud total se emplea la siguiente expresión:

$$S_i = 1 - \left(\left(\frac{1}{3}\sum_{j=1}^{n}\left\{\left(\left|a_{ij}\text{-}a_j^*\right|\right)^2+\left(\left|b_{ij}\text{-}b_j^*\right|\right)^2+\left(\left|c_{ij}\text{-}c_j^*\right|\right)^2\right\}\right)^{\frac{1}{2}}\right) \quad (7)$$

La función S calcula la similitud entre los valores de los atributos del perfil de las áreas y los almacenados, a_j[30].

Generación de recomendaciones

Una vez calculada la similitud entre el perfil de las regiones y los almacenados en la base de datos, cada uno de los perfiles se ordenan de acuerdo a la similitud obtenida representados por el siguiente vector de similitud.

$$D = (d_1, \dots, d_n) \quad (8)$$

El proceso de generación de recomendaciones expresa que la mejor recomendación serán aquellas que mejor satisfagan las necesidades del perfil de las regiones o sea que presente mayor similitud. Estadísticamente se acepta un índice de similitud menor, mayor o igual a α 0.85.

4 Implementación del método para determinar perfiles de violencia en personas de regiones del Ecuador

La presente sección describe la implementación del método propuesto para la determinación de perfiles de violencia en personas de regiones del Ecuador. El método permite la clasificación de las diferentes regiones geográficas del Ecuador para facilitar la toma de decisiones en los análisis gubernamentales.

Para la aplicación de la propuesta se parte del conjunto de datos almacenados en la base de datos sobre las regiones que permiten el análisis de las informaciones. A continuación, se presenta un ejemplo demostrativo a partir del cual se parte de la base de datos que posee:

$$A = \{a_1, a_2, a_3, a_4, a_5\}$$

Descrito por el conjunto de atributos

$$C = \{c_1, c_2, c_3, c_{4,}, c_5\}$$

Los atributos se valorarán en la siguiente escala lingüística (Tabla 1). Estas valoraciones serán almacenadas para nutrir la base de datos.

Tabla 1: Términos lingüísticos empleados [31].

Término lingüístico	Números SVN
Extremadamente buena(EB)	(1,0,0)
Muy muy buena (MMB)	(0.9, 0.1, 0.1)
Muy buena (MB)	(0.8,0,15,0.20)
Buena(B)	(0.70,0.25,0.30)
Medianamente buena (MDB)	(0.60,0.35,0.40)
Media(M)	(0.50,0.50,0.50)
Medianamente mala (MDM)	(0.40,0.65,0.60)
Mala (MA)	(0.30,0.75,0.70)
Muy mala (MM)	(0.20,0.85,0.80)
Muy muy mala (MMM)	(0.10,0.90,0.90)
Extremadamente mala (EM)	(0,1,1)

La Figura 2 muestra una gráfica del comportamiento de las denuncias realizadas durante el período de tiempo comprendido entre el año 2010 y el 2014.

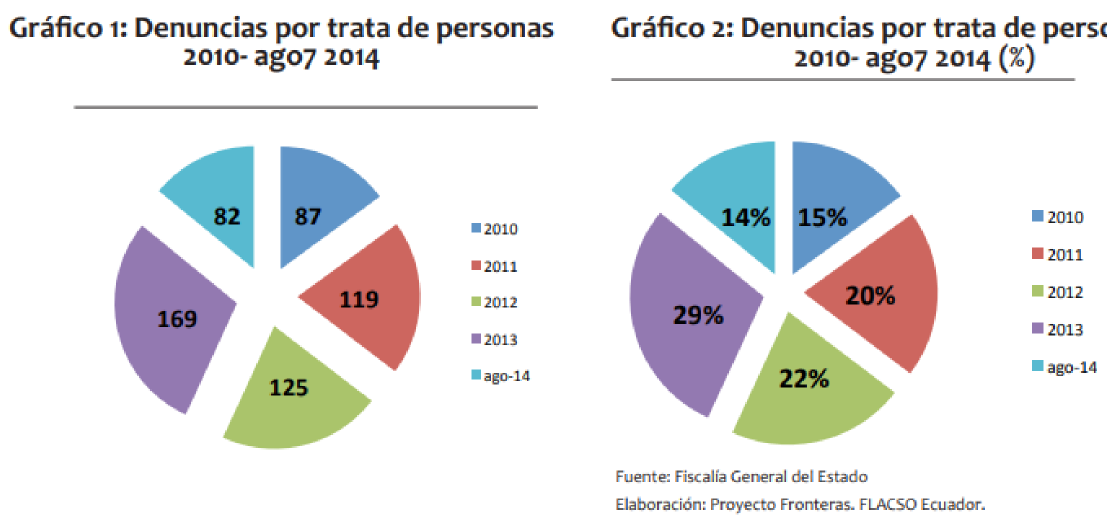


Figura 2: Comportamiento de denuncias entre el año 2010 y el 2014

La Figura 3 muestra una desagregación de la información que ilustra las denuncias de personas por provincias en el período correspondiente entre el año 2010 y el 2014.

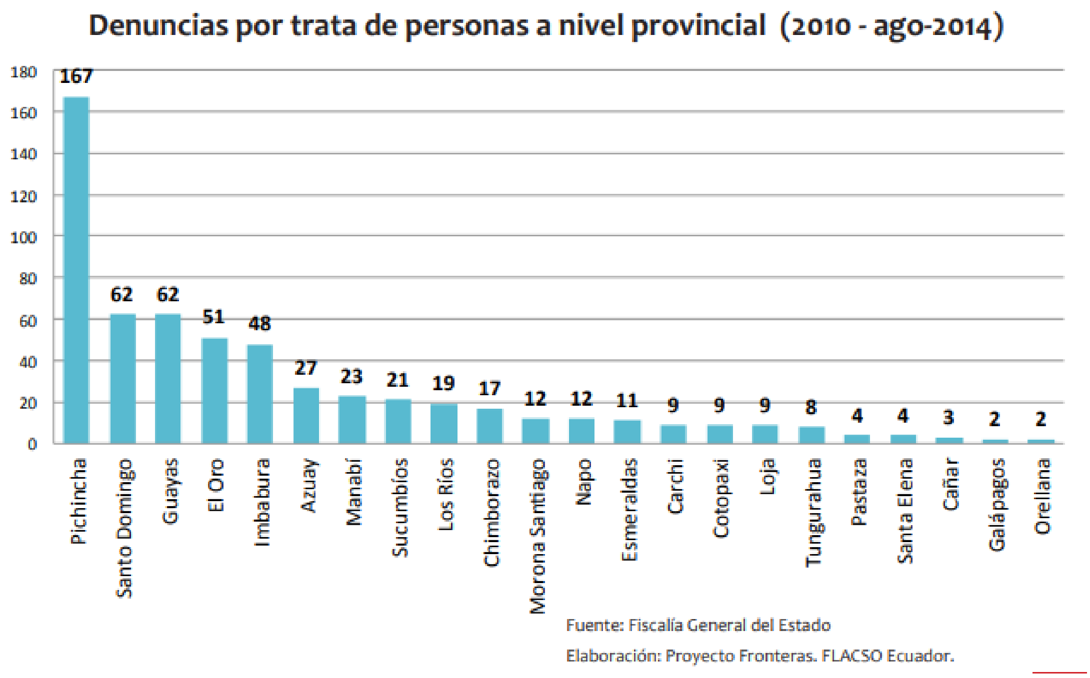


Figura 3: Comportamiento de denuncias por provincias entre el año 2010 y el 2014

A partir de los datos obtenidos se realiza el análisis del caso de estudio propuesto. La Tabla 2 muestra una vista con los datos utilizados en este ejemplo.

Tabla 2: Base de datos de perfiles regionales.

	c_1	c_2	c_3	c_4
a_1	B	B	MB	MB
a_2	B	MB	B	MB
a_3	B	MB	MB	B
a_4	MB	MB	B	B
a_5	B	MB	B	MB
a_6	MB	MB	B	B
a_7	B	MB	B	MB

a_8	MB	B	B	MB
a_9	MB	MB	B	B
a_{10}	B	MB	B	MB
a_{11}	MB	B	B	MB
a_{12}	MB	MB	B	B
a_{13}	B	MB	B	MB
a_{14}	MB	B	B	MB
a_{15}	MB	MB	B	B
a_{16}	B	B	MB	MB
a_{17}	B	B	MB	MB
a_{18}	B	MMB	M	M
a_{19}	B	B	EB	EB
a_{20}	B	B	EB	MDB
a_{21}	B	B	EB	MDB
a_{22}	EB	MMB	EB	MMB

Si una región u_e, desea recibir las recomendaciones del sistema deberá proveer información al mismo que expresan los perfiles de personas. En este caso:

$$P_e = \{\text{B}, \text{EMB}, \text{EB}, \text{MDB}\}$$

El siguiente paso en nuestro ejemplo es el cálculo de la similitud entre el perfil regional y los perfiles almacenados en la base de datos.

Tabla 3: Similitud entre los perfiles almacenados y el perfil regional

a_{18}	a_{19}	a_{20}	a_{21}	a_{22}
0.60	0.70	0.75	0.90	0.95

En la fase de recomendación se evalúa aquel perfil que más se acerque al perfil regional. Un ordenamiento de los perfiles basado en esta comparación sería el siguiente.

$$\{a_{22}, a_{21}, a_{20}, a_{19}, a_{18}\}$$

En caso de que el sistema recomendara los dos perfiles más cercanos, estas serían las recomendaciones:

$$a_{22}, a_{21}$$

La aplicación de las recomendaciones provee una vecindad lo más cercano al perfil comparativo para el ejemplo en cuestión la solución es:

$$a_{22}$$

Conclusiones

El presente trabajo desarrolló un método para determinar perfiles de violencia de trata de personas en regiones del Ecuador. El método basó su funcionamiento mediante un enfoque multicriterio para la evaluación de los perfiles regionales e implementó un sistema de recomendaciones vasado en conocimiento. Sustenta su procesamiento mediante números SVN para expresar la incertidumbre con la utilización de términos lingüístico.

La aplicación del método propuesto permitió a partir de la implementación realizada la identificación de los perfiles regionales que más corresponde al grupo de características de las regiones que más inciden con el tipo de violencia que se modela.

Los perfiles regionales generados constituyeron la base de conocimiento que fue almacenado en base de datos para nutrir la base de casos del método propuesto. Se recomienda para futuras investigaciones, trabajar en la inclusión de modelos de agregación más complejos para la generación de recomendaciones.

Referencias

[1] S. Garbay, "Migración, esclavitud y tráfico de personas," *Globalización, migración y derechos humanos*, pp. 261, 2004.

[2] P. under Exclusion, "Excluir para proteger: la "guerra" contra la trata y el tráfico de migrantes y las nuevas lógicas de control migratorio en Ecuador," *Estudios sociológicos*, vol. 37, no. 111, pp. 689-725, 2019.

[3] A. Mena, "Trata de personas y tráfico de migrantes. Afiche," 2018.

[4] A. F. Valverde Landeta, "El peculado menor resuelto como tráfico de influencias afecta a la seguridad jurídica en Ecuador," Quito: Universidad de las Américas, 2018, 2018.

[5] A. Reyes Guzmán, "Migración como tema de seguridad: securitización de la inmigración venezolana en el Ecuador," Quito, 2018.

[6] T. E. A. Correa, J. A. H. Pacheco, and G. Y. S. Romero, “El compliance en tiempos de responsabilidad penal de las personas jurídicas en Ecuador,” *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional,* vol. 4, no. 8, pp. 285-297, 2019.

[7] M. C. R. Muriel, and S. Á. Velasco, “Excluir para proteger: la" guerra" contra la trata de personas y el tráfico de migrantes y las nuevas lógicas de control migratorio en Ecuador,” 2019.

[8] J. S. Raza Valencia, “Trata de personas y tráfico ilegal de migrantes, un estudio de casos de conmoción social en el Ecuador,” 2017.

[9] G. Romero, and R. Henry, “Análisis jurídico de la efectividad de las medidas de protección, otorgadas dentro de un proceso penal, por el delito de violencia intrafamiliar en el Ecuador; desde un punto de vista sociológico y criminológico,” Universidad de Guayaquil Facultad de Jurisprudencia Ciencias Sociales y …, 2018.

[10] A. J. Jimenez, A. M. C. Álava, and A. M. F. Merchán, “IMPACTO DE LA ACTIVIDAD PORNOGRÁFICA EN EL DELITO DE VIOLENCIA EXTREMA DE GÉNERO,” *Espirales Revista Multidisciplinaria de investigación,* vol. 1, no. 8, 2017.

[11] R. Proaño Mosquera, and L. F. Aguilar Rodríguez, “El agresor del delito de violencia intrafamiliar y su tratamiento psicológico como medida alternativa de solución de conflictos,” *Caribeña de Ciencias Sociales*, no. marzo, 2019.

[12] C. Mendoza, and D. de la Nube, “Rasgos de la personalidad y comportamiento en adultos de los presuntos agresores evaluados en el Instituto de Criminología, Universidad Central del Ecuador, enero–diciembre 2015, en relación al delito,” Quito: UCE, 2018.

[13] M. d. l. Á. Valdivieso Luna, “Necesidad de incluir en el art. 415 del Código Integral Penal la violencia psicológica a la mujer y miembros del núcleo familiar, como delito de acción privada en el Ecuador,” Loja, 2016.

[14] A. M. Goetschel, “Los debates sobre la pena de muerte en Ecuador, 1857-1896,” *Procesos: revista ecuatoriana de historia*, no. 47, pp. 11-32, 2018.

[15] L. G. Cespedes, S. P. Z. Noles, and I. C. Espino, “Violencia contra la mujer y regulación jurídica del femicidio en Ecuador,” *DÍKÊ. Revista de Investigación en Derecho, Criminología y Consultoría Jurídica,* vol. 12, no. 23, pp. 129-150, 2018.

[16] C. O. I. Penal, and D. D. R. OFICIAL, "Código Orgánico Integral Penal, COIP," Recuperado, 2017.

[17] A. L. Andrade, “La tipificación de la violación en los códigos penales ecuatorianos: problematización a partir de un estudio de género,” *Revista Ciencias Sociales,* vol. 1, no. 40, pp. 289-303, 2018.

[18] O. Mar, I. Santana, and J. Gulín, “Algoritmo para determinar y eliminar nodos neutros en el Mapa Neutrosófico Cognitivo,” *Neutrosophic Computing and Machine Learning,* vol. 8, pp. 4-11, 2019.

[19] F. Smarandache, and T. Paroiu, *Neutrosofia ca reflectarea a realității neconvenționale*: Infinite Study, 2012.

[20] O. Mar, “Procedimiento para determinar el índice de control organizacional,” *Revista Infociencia,* vol. Vol.18, no. No.2, 2014.

[21] M. L. Vázquez, and F. Smarandache, *Neutrosofía: Nuevos avances en el tratamiento de la incertidumbre*: Infinite Study, 2018.

[22] J. González, and O. Mar. "Algoritmo de clasificación genética para la generación de reglas de clasificación," No.1, Vol.8; https://www.redib.org/recursos/Record/oai_articulo983540-algoritmo-clasificacion-genetica-generacion-reglas-clasificacion.

[23] H. Wang, F. Smarandache, Y. Zhang, and R. Sunderraman, “Single valued neutrosophic sets,” *Review of the Air Force Academy,* no. 1, pp. 10, 2010.

[24] M. Y. L. Vázquez, K. Y. P. Teurel, A. F. Estrada, and J. G. González, “Modelo para el análisis de escenarios basados en mapas cognitivos difusos: estudio de caso en software biomédico,” *Ingenieria y Universidad: Engineering for Development,* vol. 17, no. 2, pp. 375-390, 2013.

[25] O. Mar, I. Santana, and J. Gulín, “Competency assessment model for a virtual laboratory system and distance using fuzzy cognitive map,” *Revista Investigación Operacional* vol. 38, no. 2, pp. 170-178, 2017.

[26] L. G. P. Cordón, “Modelos de recomendación con falta de información. Aplicaciones al sector turístico,” Universidad de Jaén, 2008.

[27] M. R. M. Arroyave, A. F. Estrada, and R. C. González, “Modelo de recomendación para la orientación vocacional basado en la computación con palabras [Recommendation models for vocational orientation based on computing with words],” *International Journal of Innovation and Applied Studies,* vol. 15, no. 1, pp. 80, 2016.

[28] O. Mar-Cornelio, I. Santana-Ching, and J. González-Gulín, “Sistema de Laboratorios Remotos para la práctica de Ingeniería de Control,” *Revista científica,* vol. 3, no. 36, 2019.

[29] L. Pérez, “Modelo de recomendación con falta de información. Aplicaciones al sector turístico,” Tesis doctoral. Universidad de Jaén, 2008.

[30] K. Pérez-Teruel, M. Leyva-Vázquez, and V. Estrada-Sentí, “Mental Models Consensus Process Using Fuzzy Cognitive Maps and Computing with Words,” *Ingenieria y Universidad,* vol. 19, no. 1, pp. 7-22, 2015.

[31] R. Sahin, and M. Yigider, “A Multi-criteria neutrosophic group decision making metod based TOPSIS for supplier selection,” *arXiv preprint arXiv:1412.5077*, 2014.

Received: noviembre 11, 2019. Accepted: enero 10, 2020

Neutrosophic Computing and Machine Learning, Vol. 11, 2020

NCML Neutrosophic Computing and Machine Learning

UNIVERSITY OF NEW MEXICO, NEUTROSOPHIC SCIENCE INTERNATIONAL ASSOCIATION AND LATIN AMERICAN ASSOCIATION OF NEUTROSOPHIC SCIENCES

Information about the Journal

Neutrosophic Computation and Machine Learning (NCML) is an academic journal that has been created for publications of advanced studies in neutrosophy, neutrosophic set, neutrosophic logic, neutrosophic probability, neutrosophic statistics, Neutrosophic approaches to machine learning, etc. and their applications in any field.

All submitted papers should be professional, in good English or Spanish language, containing a brief review of a problem and obtained results.

All submissions should be designed in using our template.

To submit a paper, e-mail the file to the Editors-in-Chief. To order printed issues, contact the editors. This journal is open-access, non-commercial, academic edition. It is printed for private donations.

The neutrosophics website at UNM is: http://fs.unm.edu/neutrosophy.htm

The home page of the Journal is accessed on: http://fs.unm.edu/NCML/

Prof. Florentin Smarandache, PhD, Postdoc, Mathematics Department, University of New Mexico, Gallup, NM 87301, USA.
Email: smarand@unm.edu

Prof. Maikel Leyva – Vázquez, PhD, Universidad Politécnica Salesiana, Carrera de Ingeniería en Sistemas, Guayaquil. Ecuador.
Email: mleyvaz@gmail.com

$39,95